(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2023年6月8日(08.06.2023)

WIPO | PCT

(10) 国際公開番号
WO 2023/100805 A1

(51) 国際特許分類:
H04N 23/45 (2023.01)
G01N 21/84 (2006.01)
G01N 21/90 (2006.01)
G03B 11/00 (2021.01)
G03B 15/00 (2021.01)
G03B 15/02 (2021.01)
G03B 15/03 (2021.01)
G03B 15/05 (2021.01)
G03B 17/17 (2021.01)
G03B 19/07 (2021.01)
H04N 23/10 (2023.01)
H04N 23/54 (2023.01)
H04N 23/55 (2023.01)
H04N 23/56 (2023.01)
H04N 23/85 (2023.01)

(21) 国際出願番号： PCT/JP2022/043763

(22) 国際出願日： 2022年11月28日(28.11.2022)

(25) 国際出願の言語： 日本語

(26) 国際公開の言語： 日本語

(30) 優先権データ：
特願 2021-194975 2021年11月30日(30.11.2021) JP

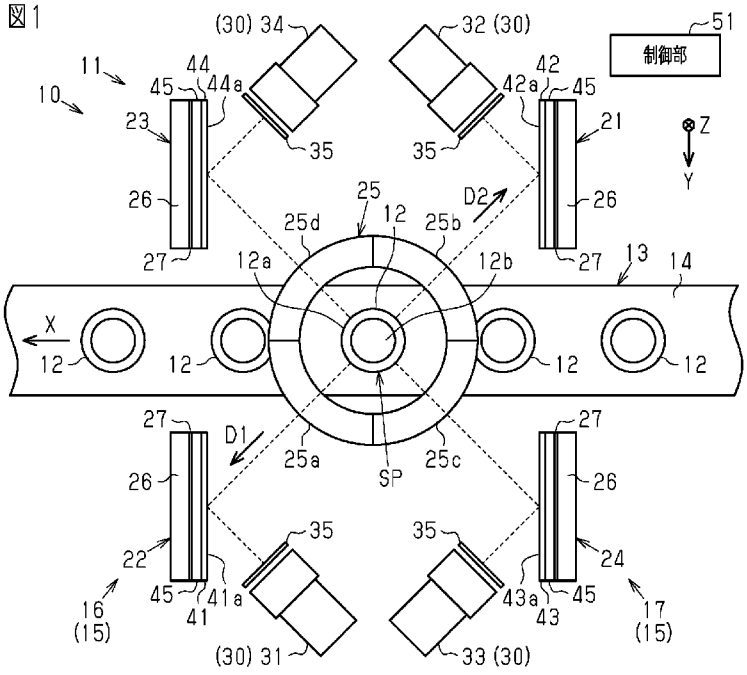
(71) 出願人: 株式会社エヌテック (**KABUSHIKI KAISHA N-TECH**) [JP/JP]; 〒5031334 岐阜県養老郡養老町豊字川原１３４番地 Gifu (JP). 株式会社ヤクルト本社 (**KABUSHIKI KAISHA YAKULT HONSHA**) [JP/JP]; 〒1058660 東京都港区海岸１丁目１０番３０号 Tokyo (JP). 東邦商事株式会社 (**TOHOSHOJI KABUSHIKI KAISHA**) [JP/JP]; 〒5570045 大阪府大阪市西成区玉出西２丁目１３番２１号 Osaka (JP).

(72) 発明者: 渡邊 透 (**WATANABE Tohru**); 〒5031334 岐阜県養老郡養老町豊字川原１３４番地 株式会社エヌテック内 Gifu (JP). 吉田 雄 (**YOSHIDA Yu**); 〒1058660 東京

(54) **Title:** IMAGING DEVICE, INSPECTION DEVICE, AND IMAGING METHOD

(54) 発明の名称： 撮像装置、検査装置および撮像方法

図1



51 Control unit

(57) **Abstract:** An imaging device (11) comprises: two cameras (31, 32) that capture transmission images of an article (12) from opposite directions; a first light source (21) that emits light which is transmitted through the article (12) in a first direction (D1); and a second light source (22) that emits light which is transmitted through the article (12) in a second direction (D2). A first camera (31) captures a first image that is the transmission image of the article (12). A second camera (32) captures a second image that is the transmission image of the article (12). A first half mirror (41) reflects

WO 2023/100805 A1

[続葉有]

都港区海岸１丁目１０番３０号 株式会社ヤクルト本社内 Tokyo (JP). 豊島 邦光 (**TOYOSHIMA Kunimitsu**); 〒5570045 大阪府大阪市西成区玉出西２丁目１３番２１号 東邦商事株式会社内 Osaka (JP).

(74) 代理人: 恩田 誠, 外 (**ONDA Makoto** et al.); 〒5008731 岐阜県岐阜市大宮町二丁目１２番地１ Gifu (JP).

(81) 指定国(表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CV, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IQ, IR, IS, IT, JM, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, WS, ZA, ZM, ZW.

(84) 指定国(表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, CV, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, ME, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

— 国際調査報告（条約第21条(3)）

first transmitted light toward the first camera (31) with the second light source (22) off, and allows transmission of light heading toward the article (12) from the second light source (22). A second half mirror (42) reflects second transmitted light toward the second camera (32) with the first light source (21) off, and allows transmission of light heading toward the article (12) from the first light source (21).

(57) 要約：撮像装置（１１）は、物品（１２）の透過像を反対の方向から撮像する２つのカメラ（３１，３２）と、物品（１２）を第１方向（Ｄ１）に透過する光を発光する第１光源（２１）と、第２方向（Ｄ２）に物品（１２）を透過する光を発光する第２光源（２２）とを備える。第１カメラ（３１）は、物品（１２）の透過像である第１の像を撮像する。第２カメラ（３２）は、物品（１２）の透過像である第２の像を撮像する。第１ハーフミラー（４１）は、第２光源（２２）の消灯の下で第１透過光を第１カメラ（３１）に向かって反射し、かつ第２光源（２２）から物品（１２）に向かう光の透過を許容する。第２ハーフミラー（４２）は、第１光源（２１）の消灯の下で第２透過光を第２カメラ（３２）に向かって反射し、かつ第１光源（２１）から物品（１２）に向かう光の透過を許容する。

明　細　書

発明の名称 ： 撮像装置、検査装置および撮像方法

技術分野

[0001] 本開示は、被写体を撮像する撮像装置、検査装置および撮像方法に関する。

背景技術

[0002] 例えば、特許文献１、２には、被写体を複数の異なる方向から撮像する撮像装置が開示されている。これらの撮像装置は、被写体の外周面全体を撮像可能な複数（例えば４つ）のカメラを備える。撮像装置は、複数のカメラが撮像した画像に基づいて被写体の欠陥等を検査する。

[0003] また、特許文献３には、光源からの光が光透過性を有するガラス容器等の被写体を透過した透過光を受光して被写体の透過像を撮像するカメラを備えた撮像装置が開示されている。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献1：特開２０１４－１５７１２１号公報

特許文献2：特開２０１９－１０５６１０号公報

特許文献3：特開２００２－２６７６１３号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0005] 複数（例えば４つ）のカメラにより、光透過性を有する被写体の全周を、光源からの光が被写体を透過することによって得られる複数の透過像として撮像したい場合がある。例えば、複数のカメラのうち被写体を挟んで互いに反対側に位置する２つのカメラが存在する場合、これら２つのカメラが撮像する透過像には、被写体を透けて反対側に位置するカメラや周辺の機器等が映り込む場合がある。このため、各カメラによって得られた画像には、被写体の領域に被写体以外の不要なものが映り込んでしまい、検査やその他の特

定の処理に適した画像が得られにくいという課題がある。

課題を解決するための手段

[0006] 以下、上記課題を解決するための手段及びその作用効果について記載する。

上記課題を解決する撮像装置は、被写体を互いに反対の方向から透過した光を受光して当該被写体の２つの透過像を撮像する２つのカメラを備える撮像装置であって、前記被写体を第１方向に透過する光を発光する第１光源と、前記第１方向とは反対の方向である第２方向に前記被写体を透過する光を発光する第２光源と、前記被写体を前記第１方向に透過した第１透過光を受光して第１の像を撮像する、前記２つのカメラのうちの一方である第１カメラと、前記被写体を前記第２方向に透過した第２透過光を受光して第２の像を撮像する、前記２つのカメラのうちの他方である第２カメラと、前記第２光源の消灯の下で前記第１透過光の光路の途中の位置で当該第１透過光を前記第１カメラに向かう光路に沿って反射し、かつ前記第２光源から前記被写体に向かう光の光路の途中の位置で当該光の透過を許容する第１ハーフミラーと、前記第１光源の消灯の下で前記第２透過光の光路の途中の位置で当該第２透過光を前記第２カメラに向かう光路に沿って反射し、かつ前記第１光源から前記被写体に向かう光の光路の途中の位置で当該光の透過を許容する第２ハーフミラーとを備える。

[0007] ここで、「反対の方向」とは、正反対の方向に限らず、被写体を挟む両側から被写体に向かう方向であればよい。第１方向と第２方向とが正反対となるときの両方向のなす角度を１８０度とした場合、反対の方向とは、第１方向と第２方向とのなす角度が、１３０度、１５０度、１７０度などであってもよい。

[0008] この構成によれば、被写体を互いに反対の方向から透過した光から得られる２つの透過像を、被写体の周辺の映り込み等の少ない高い品質で撮像できる。

上記撮像装置は、制御部を更に備え、前記制御部は、前記第１光源と前記

第２光源とを異なる発光タイミングで発光させ、それにより、前記第１カメラによる前記第１の像の撮像と前記第２カメラによる前記第２の像の撮像とを前記発光タイミングに応じた異なる撮像タイミングで行わせてもよい。

[0009] この構成によれば、他方の光源からの光から得られる撮像画像の画質低下を回避できる。

上記撮像装置は、前記第１光源、前記第２光源、前記第１カメラ、前記第２カメラ、前記第１ハーフミラー及び前記第２ハーフミラーを含む撮像ユニットをＭ個（但しＭは２以上の自然数）備え、前記Ｍ個の撮像ユニットは、それらの撮像ユニットの前記第１カメラでの撮像において前記被写体から前記第１ハーフミラーへの第１光軸が互いに異なる角度になるように配置され、前記Ｍ個の撮像ユニットは、２Ｍの異なる方向から前記被写体を撮像可能に構成されてもよい。

[0010] この構成によれば、２Ｍ（Ｍ≧２）の異なる方向から被写体を撮像することができる。２Ｍは４以上なので、被写体の全周において任意の位置を確実に撮像できる。

上記撮像装置は、前記被写体に光を照射可能な第３光源を更に備え、前記第１カメラは、前記第３光源から前記被写体に照射された光が前記被写体の表面で反射するとともに前記第１ハーフミラーで反射した後に前記第１カメラで受光されることによって、第３の像を撮像し、前記第２カメラは、前記第３光源から前記被写体に照射された光が前記被写体の表面で反射するとともに前記第２ハーフミラーで反射した後に前記第２カメラで受光されることによって、第４の像を撮像してもよい。

[0011] この構成によれば、被写体を透過した画像に加え、被写体の表面の画像を取得することができる。

上記撮像装置において、前記第１光源及び前記第２光源は、発光拡散パネルをそれぞれ有し、前記第１ハーフミラーは、前記第２光源の前記発光拡散パネル上に接着され、前記第２ハーフミラーは、前記第１光源の前記発光拡散パネル上に接着されていてもよい。

[0012] この構成によれば、第１光源及び前記第２光源の発光時には、第１ハーフミラー及び第２ハーフミラーをミラーとして使用できないが、光源として使用することができる。第１光源及び前記第２光源の消灯時には、第１ハーフミラー及び第２ハーフミラーをミラーとして使用することができる。光源とミラー機能を同時に利用する必要がない場合には、光源とハーフミラーを一体化することができ、ハーフミラー機能をもった光源の形状、設置の自由度を上げることができる。

[0013] 上記撮像装置において、前記第１光源及び前記第２光源は、近赤外光を発光可能に構成され、前記第３光源は、可視光を発光可能に構成され、前記第１ハーフミラーは、可視光の透過を抑制する可視光カット部材を、前記第１ハーフミラーに対して前記第２光源が位置する側に備え、前記第２ハーフミラーは、可視光の透過を抑制する可視光カット部材を、前記第２ハーフミラーに対して前記第１光源が位置する側に備えてもよい。

[0014] この構成によれば、ハーフミラーが被写体から反射した可視光を光反射面で反射する一方、可視光カット部材が光源からハーフミラーに向かう可視光を遮断するので、可視光に基づく被写体の反射像を高い品質で撮像できる。

[0015] 上記撮像装置において、前記第１光源及び前記第２光源は、近赤外光を発光可能に構成され、前記第１カメラ及び前記第２カメラは、可視光領域と近赤外領域とに感度をもつイメージセンサを備えるＮバンド（但しＮは３以上の自然数）のカラーカメラであってもよい。上記撮像装置は、前記第１カメラ及び前記第２カメラの各々の前記イメージセンサと前記被写体との間の光路上に配置される光学バンドパスフィルタと、前記第１カメラ及び前記第２カメラのうち一方から撮像信号を入力すると、当該撮像信号をＮバンドの画像信号に分離し、分離したＮバンドの画像信号に対してマトリックス演算を行うことにより、近赤外領域に分光感度をもつＰバンド（但しＰはＮ未満の自然数）の第１画像信号と、可視光領域に分光感度をもつＱバンド（但しＱはＱ＝Ｎ－Ｐ）の第２画像信号とを生成する変換部とを備えてもよい。前記変換部は、前記第１カメラから前記撮像信号を入力すると、当該撮像信号を

基に前記第１の像を含む前記第１画像信号、及び前記第３の像を含む前記第２画像信号を生成し、前記第２カメラから前記撮像信号を入力すると、当該撮像信号を基に前記第２の像を含む前記第１画像信号、及び前記第４の像を含む前記第２画像信号を生成してもよい。

[0016] この構成によれば、被写体の近赤外透過像と可視光反射像とを１回で撮像できるうえ、その１回の撮像で得られた１つの撮像信号から被写体の近赤外透過画像と可視光反射画像とを取得できる。

[0017] 検査装置は、上記撮像装置と、前記撮像装置の前記第１カメラ及び前記第２カメラが撮像した複数の画像に基づいて前記被写体を検査する検査処理部とを備える。

この構成によれば、被写体を互いに反対の方向に透過する光から得られる複数の透過画像を用いて被写体を高い精度で検査できる。

[0018] 撮像方法は、上記撮像装置を用いて前記被写体を撮像する撮像方法であって、前記第２光源の消灯の下で前記第１光源を発光させて前記第１カメラが前記被写体の前記第１の像を撮像する第１撮像ステップと、前記第１光源の消灯の下で前記第２光源を発光させて前記第２カメラが前記被写体の前記第２の像を撮像する第２撮像ステップと、前記第１カメラから取得した撮像信号を基に前記第１の像を含む第１画像を取得する第１画像取得ステップと、前記第２カメラから取得した撮像信号を基に前記第２の像を含む第２画像を取得する第２画像取得ステップとを含む。

[0019] この方法によれば、請求項１に記載の撮像装置と同様の効果が得られる。

発明の効果

[0020] 本開示によれば、被写体を互いに反対の方向から透過した光から得られる２つの透過像を、被写体の周辺の映り込み等の少ない高い品質で撮像できる。

図面の簡単な説明

[0021] [図1]一実施形態における撮像装置を示す模式平面図。

[図2]撮像装置を示す模式側面図。

[図3]撮像装置を備える検査装置の構成を示す模式図。

[図4]撮像装置の制御部が撮像制御を行う制御内容を示す制御テーブル。

[図5]第１撮像が行われるときの撮像装置を示す模式平面図。

[図6]第１撮像が行われるときの撮像装置を示す模式側面図。

[図7]第２撮像が行われるときの撮像装置を示す模式平面図。

[図8]第２撮像が行われるときの撮像装置を示す模式側面図。

[図9]実施例におけるカメラの構成図、及びイメージセンサの入射波長と相対感度との関係を示すグラフ。

[図10]光学バンドパスフィルタの光透過率特性を示すグラフ。

[図11]光学バンドパスフィルタを介したイメージセンサの色ごとの相対感度を示すグラフ。

[図12]第１光源又は第２光源である近赤外光源と、第３光源である可視光光源とを合わせた発光スペクトルを示すグラフ。

[図13]図１３Ａは可視光光源と近赤外光源とを光源として用いた場合のイメージセンサの色ごとの相対感度を示すグラフ、図１３Ｂはイメージセンサの色ごとの第１撮像信号に対してマトリックス演算を行って得られる第２撮像信号のバンドごとの相対感度を示すグラフ。

[図14]検査装置の機能的構成を示すブロック図。

[図15]図１５Ａは近赤外画像を示す図、図１５Ｂは２チャンネル疑似カラー画像を示す図。

[図16]比較例における撮像画像を示す図。

[図17]実施例の撮像画像を示す図。

[図18]変更例の撮像装置を示す側面図。

発明を実施するための形態

[0022] 以下、撮像装置及び検査装置について、図面を参照して説明する。

本実施形態は、被写体を撮像する撮像装置を、被写体の検査に利用する例で説明する。まず、撮像装置について説明し、これを利用した検査装置については後述する。

[0023] ＜撮像装置＞

図１に示すように、撮像装置１１は、被写体の一例としての物品１２を搬送する搬送装置１３と、搬送される物品１２を撮像する撮像ユニット１５とを備える。

[0024] 図１に示すように、撮像装置１１は、物品１２を搬送する搬送装置１３と、搬送される物品１２を撮像する１組（２つ）のカメラ３０を含む１つ又は複数の撮像ユニット１５とを備える。撮像ユニット１５は、Ｍ個（但し、Ｍは自然数）備えられる。撮像ユニット１５がＭ個である場合、２Ｍ個のカメラ３０が備えられる。２Ｍ個のカメラ３０は、撮像位置ＳＰにある物品１２を、２Ｍの異なる方向から撮像する。

[0025] 図１は、Ｍ＝２の例であり、撮像ユニット１５は２個備えられ、カメラ３０は４個ある。４個のカメラ３０は、物品１２を４つの異なる方向から撮像する。なお、撮像ユニット１５の数であるＭは、Ｍ＝１またはＭ＝３でもよいし、４以上であってもよい。

[0026] 図１に示すように、搬送装置１３は、物品１２を搬送するコンベヤ１４を備えてもよい。コンベヤ１４は、複数の物品１２をほぼ一定または不定の間隔を隔てた状態で搬送方向Ｘに搬送する。コンベヤ１４は、例えば、物品１２を載置する状態で搬送するベルトコンベヤ、ローラコンベヤ等でもよい。また、コンベヤ１４は、物品１２を把持して搬送したり、物品１２を吊下する状態で搬送したりするものでもよい。また、撮像装置１１が検査に用いられる例では、搬送装置１３は、検査結果から不良品と判定された物品１２をコンベヤ１４上から排除する排除装置を備えてもよい。排除装置は、物品１２を押し出して排除する構成、又はエアの力で物品１２を吹き飛ばして排除する構成でもよい。なお、コンベヤ１４を備えず、物品１２を１つずつ撮像位置ＳＰに置くロボットを備えてもよい。さらに、作業者が物品１２を撮像位置ＳＰに置く構成でもよい。また、本例では、物品１２は、容器である。物品１２は、容器本体１２ａと蓋１２ｂを有する。容器本体１２ａの外周面には、例えば、ラベル１２ｃが付されている。なお、搬送方向Ｘと直交する

方向を幅方向Ｙ、搬送方向Ｘと幅方向Ｙとの両方と直交する方向を鉛直方向Ｚと記す。

[0027] ２Ｍ個（例えば４つ）のカメラ３０は、撮像位置ＳＰにある物品１２を、その周方向上の互いに異なる２Ｍ方向（例えば４方向）から撮像する。２Ｍ個のカメラ３０が撮像した２Ｍ枚（例えば４枚）の画像によって、物品１２の全周の画像を取得する。そして、撮像装置１１が撮像した２Ｍ枚（例えば４枚）の画像に基づいて後述する検査処理部７０（図３参照）が物品１２の全周を検査する。この点において、撮像装置１１と検査処理部７０とにより、物品１２を検査する検査装置１０が構成される。

[0028] １つの撮像ユニット１５の２つのカメラ３０は、物品１２を互いに反対の方向から透過する透過光を受光して物品１２の２つの透過像を撮像する。Ｍ個の撮像ユニット１５は、基本的に同じ構成である。Ｍ個の撮像ユニット１５の合計２Ｍ個のカメラ３０は、物品１２を２Ｍ方向（例えば４方向）から透過した各透過光を受光して２Ｍ個の透過像を撮像する。このため、Ｍ個の撮像ユニット１５は、合計２Ｍ個のカメラ３０が物品１２を２Ｍ方向から撮像できるように、例えば、図１に示す平面視において撮像位置ＳＰを通る鉛直面に対して面対称となる位置にレイアウトされる。

[0029] 図１に示すＭ＝２の例では、２個の撮像ユニット１５を、それぞれ第１撮像ユニット１６、第２撮像ユニット１７とする。撮像ユニット１６，１７を区別しない場合は、単に撮像ユニット１５と記す。なお、Ｍ≧３の場合、撮像装置１１は、Ｍ個の撮像ユニット１５として、第１撮像ユニット１６、第２撮像ユニット１７、…、第Ｍ撮像ユニットを備える。

[0030] 物品１２は、少なくとも一部が、光を透過可能な光透過性を有する。ここでいう光透過性とは、カメラ３０が物品１２を透過した光を受光して物品１２の少なくとも一部又は物品１２に付帯する付帯物の少なくとも一部を撮像できる程度に光を透過する性質を有すればよい。付帯物には、物品１２に混入する異物等の検査対象とされるものが含まれる。ここで、光は、可視光に限らず、非可視光でもよく、例えば、近赤外光、これ以外の赤外光、紫外光

等その他の電磁波でもよい。物品１２の光透過率α（％）は、例えば、５％以上かつ１００％未満である。もちろん、カメラ３０が対象を撮像できる限りにおいて、０＜α＜５でもよい。また、物品１２の材質は、合成樹脂、ガラス（非晶質）、多結晶又は単結晶のセラミック等が挙げられる。さらに、物品１２は、光が透過可能な薄板等よりなる木製でもよいし、紫外光よりも波長の十分短い電磁波等の光に限れば、金属製でもよい。

[0031] 本実施形態では、物品１２は、光透過性を有する容器を例とする。容器は、少なくとも一部が、光透過性を有する材質よりなる。容器は、少なくとも一部が光に対して透明又は半透明である。透明は無色透明でも有色透明でもよい。半透明は、透明に比べ光透過率αが低く、半透明白色等が含まれる。容器は、合成樹脂製でもガラス製でもよい。

[0032] カメラ３０は、物品１２のうち光透過性を有する部分を透過した光を受光することで、物品１２の透過像を撮像する。以下では、第1撮像ユニット１６が備える２つのカメラ３０を、第１カメラ３１、第２カメラ３２ともいう。また、第２撮像ユニット１７が備える２つのカメラ３０を、第１カメラ３３、第２カメラ３４ともいう。

[0033] ところで、カメラ３０が物品１２の透過像を撮像する場合、透明又は半透明の物品１２を通して物品１２の反対側（裏面側）の景色が映り込む。景色としては、撮像装置１１の周辺に設置された他の装置や機器類が挙げられる。また、物品１２の全周検査を行う本例では、１つのカメラ３０の反対側から物品１２を撮像する他のカメラ３０が景色の一部として映り込む場合がある。そのため、本例では、物品１２を光が透過する方向に沿った光路である透過光路上から２つのカメラ３０をずらして配置している。物品１２を透過した透過光は、ハーフミラー４１，４２で反射されることで、２つのカメラ３０へ送られる。２つのカメラ３０は、物品１２を互いに反対の方向から透過した後にハーフミラー４１，４２の反射面４１ａ，４２ａで反射した光を受光することで、物品１２の透過像を撮像する。

[0034] １つのカメラ３０は、物品１２を第１方向Ｄ１に透過した光から得られる

透過像を撮像する。このカメラ３０と物品１２を挟んで反対側に配置された他の１つのカメラ３０は、第１方向Ｄ１と反対の方向である第２方向Ｄ２から物品１２を透過した光から得られる透過像を撮像する。ハーフミラー４１，４２は、物品１２を通る光路に沿った第１方向Ｄ１と第２方向Ｄ２との各延長線上に配置され、カメラ３０から見て物品１２の裏側の装置や機器等を覆って隠す背景板の機能を有する。

[0035] ＜撮像ユニット１５の構成＞

次に、図１、図２を参照して、撮像ユニット１５の詳細な構成について説明する。

第１撮像ユニット１６（１５）は、第１光源２１、第２光源２２、第１カメラ３１、第２カメラ３２、第１ハーフミラー４１、及び第２ハーフミラー４２を備える。また、第２撮像ユニット１７（１５）は、第１光源２３、第２光源２４、第１カメラ３３、第２カメラ３４、第１ハーフミラー４３、及び第２ハーフミラー４４を備える。

[0036] 第１撮像ユニット１６及び第２撮像ユニット１７は、基本的に同じ構成である。そのため、４つのカメラ３１～３４は、基本的に同じ構成である。また、第１光源２１，２３及び第２光源２２，２４は、すべて基本的に同じ構成である。さらに、第１ハーフミラー４１，４３及び第２ハーフミラー４２，４４は、すべて基本的に同じ構成である。

[0037] 以下、第１撮像ユニット１６を例にして、撮像ユニット１５の構成を説明する。

第１撮像ユニット１６において、第１カメラ３１と第２カメラ３２は、撮像位置ＳＰを挟んで互いに反対側となる二位置に配置されている。第１カメラ３１と撮像位置ＳＰを挟んで反対側となる位置には、第１カメラ３１が物品１２を撮像するときの光源として機能する第１光源２１が配置されている。また、第２カメラ３２と撮像位置ＳＰを挟んで反対側となる位置には、第２カメラ３２が物品１２を撮像するときの光源として機能する第２光源２２が配置されている。

[0038] 第１光源２１は、物品１２を第１方向Ｄ１に透過する光を発光する。第１光源２１から物品１２に向けて出射される光を第１出射光ともいう。第１光源２１から物品１２を第１方向Ｄ１に透過する第１透過光ＴＬ１（図５参照）の光路上の位置には、第１ハーフミラー４１が配置されている。第１ハーフミラー４１は、物品１２を透過した第１透過光ＴＬ１を入射し、第１カメラ３１が撮像可能な方向にその第１透過光ＴＬ１を反射させる機能を有する。

[0039] 第２光源２２は、第１方向Ｄ１とは反対の方向である第２方向Ｄ２に物品１２を透過する光を発光する。第２光源２２から物品１２に向けて出射される光を第２出射光ともいう。第２光源２２から物品１２を第２方向Ｄ２に透過する第２透過光ＴＬ２（図７参照）の光路上の位置には、第２ハーフミラー４２が配置されている。第２ハーフミラー４２は、物品１２を透過した第２透過光ＴＬ２を入射し、第２カメラ３２が撮像可能な方向にその第２透過光ＴＬ２を反射させる機能を有する。

[0040] ここで、図１、図２に示す例では、第１方向Ｄ１と第２方向Ｄ２は、正反対（１８０度）の方向であるが、ここでいう反対の方向は必ずしも正反対に限定されない。本例では、４つのカメラ３１～３４で物品１２を４方向から撮像する。このため、９０度（＝３６０°／４）ずつ異なる方向から物品１２の透過像を撮像できるように、９０度の自然数倍の中から反対の方向を選択した結果、反対の方向が正反対（１８０度）の方向となっている。よって、第１方向Ｄ１と第２方向Ｄ２とのなす角度θで示すと、反対の方向は、例えば、$90<\theta<270$の範囲内の値で規定される方向であればよい。

[0041] 第１光源２１から物品１２を第１方向Ｄ１に透過した透過光ＴＬの光路上の位置に第１ハーフミラー４１が位置することから、第１光源２１と第１ハーフミラー４１は、物品１２を挟んで互いに正反対の位置に配置される。同様に、第２光源２２から物品１２を第２方向Ｄ２に透過した透過光ＴＬの光路上の位置に第２ハーフミラー４２が位置することから、第２光源２２と第２ハーフミラー４２は、物品１２を挟んで互いに正反対の位置に配置される

。

[0042] 前述のとおり、第１方向Ｄ１と第２方向Ｄ２は、０＜θ＜２７０の範囲内の値で規定される方向であればよい。この条件を満たしつつ、第１光源２１と第２ハーフミラー４２とを同じ光路上の位置に配置でき、第２光源２２と第１ハーフミラー４１とを同じ光路上の位置に配置できるとよい。これを満たせば、第２光源２２が第１ハーフミラー４１の支持部材を兼ねるとともに、第１光源２１が第２ハーフミラー４２の支持部材を兼ねることができる。

[0043] そのため、第１光源２１と第２ハーフミラー４２とを同じ光路上の位置に配置し、第２光源２２と第１ハーフミラー４１とを同じ光路上の位置に配置している。図１等に示す例では、第１方向Ｄ１と第２方向Ｄ２が、例えば、正反対（θ≒１８０°）となるように、第１光源２１及び第２光源２２を被写体である物品１２を挟んで対向して配置するとともに、第１ハーフミラー４１及び第２ハーフミラー４２を同様に対向して配置している。

[0044] そして、第１ハーフミラー４１を第２光源２２の表面に貼り付けることで支持し、第２ハーフミラー４２を第１光源２１の表面に貼り付けることで支持している。つまり、第２光源２２が第１ハーフミラー４１の支持部材を兼ねる。また、第１光源２１が第２ハーフミラー４２の支持部材を兼ねる。なお、光源２１，２２がハーフミラー４１，４２の支持部材を兼ねるために必要な条件は、必ずしも第１方向Ｄ１と第２方向Ｄ２とが正反対（１８０°）である必要はない。例えば、９０＜θ＜２７０の範囲でもよい。撮像領域にハーフミラー４１，４２に写った物品１２の全体が入るという条件を、第１カメラ３１、第１ハーフミラー４１及び第１光源２１の組と、第２カメラ３２、第２ハーフミラー４２及び第２光源２２の組とで同時に満たす範囲であれば、角度θは適宜な値に設定してよい。

[0045] 第１光源２１及び第２光源２２は、それぞれ光を発光可能な発光部２６と、発光部２６の表面を覆う発光拡散パネル２７とをそれぞれ有する。このため、第１光源２１及び第２光源２２は、拡散光を照射可能である。第１カメラ３１が物品１２の透過像を撮像するときは、透過光ＴＬの光路上において

物品１２と反対側の背景として第１光源２１が映り込む。第１光源２１は、発光拡散パネル２７により拡散光を面発光する背景板として機能する。このため、第１カメラ３１が撮像したときに物品１２の背後にある第１光源２１が物品１２を透過して映り込んでも、均一色（例えば白色等の淡色）の背景板として映り込むだけなので、物品１２の透過像は鮮明に撮像される。この点については、第２カメラ３２が物品１２の透過像を撮像するときにも、第２光源２２が拡散光を面発光する背景板として機能する。よって、第２カメラ３２が物品１２を撮像するときに物品１２の背後にある第２光源２２は均一色の背景板として写るだけなので、物品１２の透過像は鮮明に撮像される。

[0046] また、第１カメラ３１が物品１２の透過像を撮像するときに、第１光源２１と共に第２光源２２が発光したとすると、第２光源２２を覆う第１ハーフミラー４１がミラーとして機能しなくなる。このため、第１カメラ３１が物品１２の透過像を撮像するときは、第１光源２１を発光させるが、第２光源２２は発光させない。第２光源２２が発光しないことで、第１ハーフミラー４１の表面が反射面４１ａとして機能する。

[0047] 同様の理由により、第２カメラ３２が物品１２の透過像を撮像するときは、第２光源２２を発光させるが、第１光源２１は発光させない。第１光源２１が発光しないことで、第２ハーフミラー４２の表面が反射面４２ａとして機能する。

[0048] こうして、異なるタイミングでそれぞれ対応する第１光源２１及び第２光源２２を発光させることで、２つのカメラ３１，３２は物品１２の透過像である第１の像Ｉｍｇ１（図５参照）と第２の像Ｉｍｇ２（図７参照）とを異なるタイミングで撮像可能である。本例では、第１光源２１及び第２光源２２は、近赤外光を発光する近赤外光源である。このため、２つのカメラ３１，３２は、物品１２を互いに反対の方向から透過した近赤外光に基づく透過像である第１の像Ｉｍｇ１と第２の像Ｉｍｇ２とを撮像可能である。

[0049] 図１に示すように、撮像装置１１は、２Ｍ個（例えば４個）のカメラ３０

が物品１２の表面を反射した反射像を撮像するために、物品１２に光を照射する第３光源２５を備える。第３光源２５は、例えば、可視光を発光する可視光源である。可視光は、例えば白色光源である。なお、第３光源２５は、赤色光源、緑色光源、青色光源等その他の色の光を発光する可視光源でもよい。

[0050] 第３光源２５は、図１、図２に示す前述のレイアウトで配置された２Ｍ個のカメラ３０に対して、物品１２の表面で反射した光が２Ｍ個のカメラ３０に入射可能な位置に配置されている。本例では、図１、図２に示すように、第３光源２５は円環形状を呈し、撮像位置ＳＰの上方位置に、図１に示す平面視において撮像位置ＳＰをその円環の中心に一致させるように配置されている。第３光源２５は、物品１２に対して４方向から光を同時に照射可能な１つの光源でもよいし、物品１２に対して４方向から光を異なるタイミングで照射可能なように２Ｍ個（例えば４個）の発光部２５ａ～２５ｄを備える構成でもよい。本例では、第３光源２５は、後者の構成であるとして説明する。

[0051] 図１に示すように、本実施形態では、撮像装置１１は、物品１２の透過像（第１の像Ｉｍｇ１）に加え、物品１２の反射像（第３の像Ｉｍｇ３）も撮像可能に構成される（図５、図６参照）。Ｍ＝２である例では、図１に示すように、第３光源２５は、物品１２に４方向から光を照射可能に構成される。

[0052] こうして、第１撮像ユニット１６の２個のカメラ３１，３２は、物品１２の互いに反対の方向から物品１２の透過像と反射像とを同時に撮像することが可能である。すなわち、第１カメラ３１は、一方向から物品１２の透過像Ｉｍｇ１及び反射像Ｉｍｇ３を同時に撮像可能である。

[0053] 以上、第１撮像ユニット１６を例に説明したが、第２撮像ユニット１７についても、第１撮像ユニット１６と基本的に同様の構成を有する。第２撮像ユニット１７は、第１撮像ユニット１６に対して、例えば９０°ずらした位置に配置され、互いに反対となる他の２方向から物品１２を撮像可能に構成

される。このため、第２撮像ユニット１７のＭ個（例えば２個）のカメラ３３，３４は、物品１２の互いに反対となる２方向から物品１２の透過像と反射像とを同時に撮像することが可能である。

[0054] こうして、第２撮像ユニット１７のＭ個（例えば２個）のカメラ３３，３４は、物品１２の互いに反対の方向から物品１２の透過像と反射像とを同時に撮像することが可能である。すなわち、第１カメラ３３は、物品１２の一方向から物品１２の透過像である第１の像Ｉｍｇ１及び反射像である第３の像Ｉｍｇ３を同時に撮像可能である。第２カメラ３４は、物品１２の一方向と反対の他の一方向から物品１２の透過像である第２の像Ｉｍｇ２及び反射像である第４の像Ｉｍｇ４を同時に撮像可能である。なお、第２撮像ユニット１７のハーフミラー４３，４４は、反射面４３ａ，４４ａを有する。

[0055] 以上、説明した撮像ユニット１５の構成要素は、以下の機能を有する。

第１カメラ３１は、物品１２を第１方向Ｄ１に透過した第１透過光を受光して第１の像Ｉｍｇ１を撮像する。

[0056] 第２カメラ３２は、物品１２を第２方向Ｄ２に透過した第２透過光を受光して第２の像Ｉｍｇ２を撮像する。

第１ハーフミラー４１は、第２光源２２の消灯の下で第１透過光の光路の途中の位置で当該１透過光を第１カメラ３１に向かう光路に沿って反射し、かつ第２光源２２から物品１２に向かう光の光路の途中の位置で光の透過を許容する。

[0057] 第２ハーフミラー４２は、第１光源２１の消灯の下で第２透過光の光路の途中の位置で当該第２透過光を第２カメラ３２に向かう光路に沿って反射し、かつ第１光源２１から物品１２に向かう光の光路の途中の位置で当該光の透過を許容する。

[0058] そして、撮像装置１１は、第１光源２１と、第２光源２２と、第１カメラ３１と、第２カメラ３２と、第１ハーフミラー４１と、第２ハーフミラー４２とを含む撮像ユニット１５を、Ｍ個備える。本例では、Ｍ個は、２つ（Ｍ＝２）である。つまり、撮像装置１１は、第１光源２１、第２光源２２、第

１ハーフミラー４１及び第２ハーフミラー４２を、２個（Ｍ＝２）ずつ備える。

[0059] Ｍ個の撮像ユニット１５は、以下の２つの条件を満たすように配置されている。

（ａ）条件１：第１光源２１及び第２光源２２から発光される光が２Ｍの異なる方向から物品１２を透過可能な位置及び向きに、Ｍ個（Ｍ＝２）ずつの第１光源２１及び第２光源２２が配置されている。換言すれば、Ｍ個の撮像ユニット１５が、それぞれの撮像ユニット１５の第１カメラ３１での撮像において物品１２から第１ハーフミラー４１への第１光軸が互いに異なる角度になるように配置されている。図１に示す例では、２個ずつの第１光源２１及び第２光源２２からの光が、物品１２の周方向に３６０度／２Ｍの角度である９０度ずつ異なる方向から物品１２を透過可能である。

[0060] （ｂ）条件２：Ｍ個ずつの第１カメラ３１及び第２カメラ３２が、Ｍ個ずつの第１ハーフミラー４１及び第２ハーフミラー４２から反射したＭ個ずつの第１の像Ｉｍｇ１及び第２の像Ｉｍｇ２を撮像可能な位置及び向きに配置される。つまり、Ｍ個の第１カメラ３１が、Ｍ個の第１ハーフミラー４１から反射したＭ個の第１の像Ｉｍｇ１を撮像可能な位置及び向きに配置される。また、Ｍ個の第２カメラ３２が、Ｍ個の第２ハーフミラー４２から反射したＭ個の第２の像Ｉｍｇ２を撮像可能な位置及び向きに配置される。

[0061] 第２ハーフミラー４２は、第１カメラ３１の視野内で、第１光源２１を隠すように配置されている。第１ハーフミラー４１は、第２カメラ３２の視野内で、第２光源２２を隠すように配置されている。

[0062] このように、撮像装置１１は、２個の撮像ユニット１６の計４つのカメラ３１～３４によって、物品１２を周方向に９０度ずつ異なる４方向から透過した近赤外光に基づく４つの近赤外透過像を撮像する。

[0063] 第１カメラ３１は、第３光源２５からの光が物品１２の表面で反射するとともに第１ハーフミラー４１で反射した後に第１カメラ３１で受光されることで、反射像として第３の像Ｉｍｇ３を撮像する。

[0064] また、第２カメラ３２は、第３光源２５からの可視光が物品１２の表面で反射するとともに第２ハーフミラー４２で反射した後に第２カメラ３２で受光されることで、反射像として第４の像Ｉｍｇ４を撮像する。

[0065] ここで、図１に示す例では、Ｍ個（２個）の第１カメラ３１が撮像する第３の像Ｉｍｇ３は、平面視で物品１２に対する光の照射方向が周方向に例えば９０度異なるＭ個（２個）の反射像である。

[0066] 同様に、図１に示す例では、Ｍ個（２個）の第２カメラ３２が撮像する第４の像Ｉｍｇ４は、平面視で物品１２に対する光の照射方向が周方向に例えば９０度異なるＭ個（２個）の反射像である。

[0067] ＜ハーフミラーの構成＞

第１ハーフミラー４１及び第２ハーフミラー４２は、可視光の透過を抑制する可視光カット部材４５を備える。第１ハーフミラー４１は、第２光源２２の発光拡散パネル２７上に接着されている。また、第２ハーフミラー４２は、第１光源２１の発光拡散パネル２７上に接着されている。可視光カット部材４５は、第１ハーフミラー４１及び第２ハーフミラー４２の各光反射面に対して光源が位置する側に設けられている。可視光カット部材４５は、各ハーフミラー４１，４２の光反射面と発光拡散パネル２７との間に配置されている。このため、可視光カット部材４５は、外光等の可視光が光源から光反射面へ透過することを抑制する。これにより、可視光カット部材４５は、第３光源２５から出射して物品１２を反射した可視光に外光等の可視光が混入することを抑制可能である。

[0068] ＜検査装置１０の構成＞

次に、図３を参照して、撮像装置１１を備える検査装置１０について説明する。なお、図３では、撮像装置１１は、Ｍ個の撮像ユニット１５のうち１つのみ示している。

[0069] 図３に示す検査装置１０は、物品１２を撮像する撮像装置１１と、撮像装置１１により撮像された撮像結果に基づいて物品１２の良否を検査する検査処理部７０とを備える。検査装置１０は、検査処理部７０の検査結果等を表

示する表示部５２を備えてもよい。

[0070] 撮像装置１１は、搬送装置１３により搬送される物品１２を撮像位置ＳＰで撮像するＭ個（図３では１つのみ示す）の撮像ユニット１５を備える。撮像ユニット１５は、撮像位置ＳＰにある物品１２に光を照射する第１光源２１、第２光源２２及び第３光源２５と、撮像位置ＳＰにある物品１２を撮像する２つのカメラ３０（３１，３２）とを備える。撮像装置１１は、光源２１，２２，２５及び２つのカメラ３０（３１，３２）と電気的に接続された制御処理部５０を備える。なお、図３で省略している他の（Ｍ－１）個の撮像ユニット１５に備えられる（Ｍ－１）組の光源２３，２４及び２（Ｍ－１）個のカメラ３３，３４（いずれも図１参照）は、制御処理部５０に対して、図３に示される１つの撮像ユニット１５と同様に電気的に接続されている。

[0071] 制御処理部５０は、２Ｍ個の光源２１～２４と１つの光源２５及び２Ｍ個のカメラ３０を制御する制御部５１と、２Ｍ個のカメラ３０が出力する撮像信号Ｓ１を処理する変換部６０及び信号処理部６５とを備える。なお、制御部５１は、搬送装置１３を制御してもよい。この場合、制御部５１は、撮像位置ＳＰに到達した物品１２を検知するセンサ１８からの検知信号に基づいて、２Ｍ個の光源２１～２４と１つの光源２５、及び２Ｍ個のカメラ３０を制御する。

[0072] 制御部５１は、第１光源２１と第２光源２２とを異なる発光タイミングで発光させ、第１カメラ３１による第１の像Ｉｍｇ１の撮像と第２カメラ３２による第２の像Ｉｍｇ２の撮像とを発光タイミングに応じた異なる撮像タイミングで行わせる。

[0073] 図３に示すように、カメラ３０は、鏡筒３０ａの外側に配置された光学バンドパスフィルタ３５と、鏡筒３０ａ内に配置されたレンズ３６と、レンズ３６を通った光の像をカラーで撮像するカラーイメージセンサ３７とを備える。カメラ３０は、物品１２を透過した透過光ＴＬと物品１２の表面で反射した反射光ＲＬとを、光学バンドパスフィルタ３５を介して入射する。その

入射光はレンズ３６を通してカラーイメージセンサ３７上に像として結像される。この像には、第１の像Ｉｍｇ１と第３の像Ｉｍｇ３（図５、図６を参照）、あるいは、第２の像Ｉｍｇ２と第４の像Ｉｍｇ４（図７、図８を参照）が含まれる。カメラ３０は、カラーイメージセンサ３７により撮像された像を含む撮像信号Ｓ１を出力する。なお、カメラ３０の詳細な構成は後述する。

[0074] 変換部６０は、カメラ３０から入力した撮像信号Ｓ１を、撮像信号Ｓ１とは異なる波長領域に所定値以上の相対感度を有する撮像信号Ｓ２に変換する変換処理を行う。

信号処理部６５は、撮像信号Ｓ２に信号処理を施すことで、撮像信号Ｓ２を、第１の像Ｉｍｇ１を含む第１画像信号ＩＳ１と、第３の像Ｉｍｇ３を含む第２画像信号ＩＳ２とに分離する分離処理を行う。

[0075] 検査処理部７０は、信号処理部６５から入力する２つの画像信号ＩＳ１、ＩＳ２に基づいて物品１２の良否を検査する。

そして、第２カメラ３２から入力した撮像信号Ｓ１に対しても、変換部６０、信号処理部６５及び検査処理部７０が上述の処理を行うことで、分離された２つの画像信号ＩＳ１、ＩＳ２に基づいて物品１２の全周のうち例えば１／４ずつの領域の良否を検査する。そして、検査処理部７０は、他の第１カメラ３３、第２カメラ３４からの撮像信号Ｓ１に対しても、分離された２つの画像信号ＩＳ１、ＩＳ２に基づいて物品１２の全周のうち例えば１／４ずつの領域の良否を検査する。検査処理部７０は、物品１２の全周を複数に分けて行った全周検査結果及び検査画像を表示部５２に表示する。制御処理部５０及び検査処理部７０は、例えば、コンピュータにより構成される。コンピュータは、入力装置と表示部５２とを備える。表示部５２は、モニタに限らず、操作盤等に設けられたディスプレイでもよい。なお、変換部６０等の処理内容の詳細は、後述する。

[0076] ＜制御部５１による制御内容＞

図４は、制御部５１の制御内容をテーブルで示す制御データＣＤである。

なお、図４では、制御部５１によるＯＮ・ＯＦＦ制御において「ＯＦＦ」を「－」で示している。制御部５１は、図４に示す制御データＣＤに基づいて撮像装置１１を制御する。すなわち、制御部５１は、２個の撮像ユニット１６，１７に備えられる、第１カメラ３１，３３、第２カメラ３２，３４、第１光源２１，２３、第２光源２２，２４、第３光源２５をそれぞれ制御する。詳しくは、制御部５１は、計４つのカメラ３１～３４の撮像タイミングを制御する。制御部５１は、第１～第３光源２１～２５の発光タイミングを制御する。

[0077] 制御部５１は、１つの物品１２に対してＭ個のカメラ３０によって順番にＭ回（例えば４回）の撮像を行うことで、物品１２の全周を撮像する。

図４に示すように、１回目の撮像である第１撮像が行われる際は、制御部５１は、第１撮像ユニット１６のうち第１カメラ３１、第１光源２１、第３光源２５をＯＮにし、第２撮像ユニット１７を含むその他を全てＯＦＦにする。

[0078] ２回目の撮像である第２撮像が行われる際は、制御部５１は、第１撮像ユニット１６のうち第２カメラ３２、第２光源２２、第３光源２５をＯＮにし、第２撮像ユニット１７を含むその他を全てＯＦＦにする。

[0079] ３回目の撮像である第３撮像が行われる際は、制御部５１は、第２撮像ユニット１７のうち第１カメラ３３、第１光源２３、第３光源２５をＯＮにし、第１撮像ユニット１６を含むその他を全てＯＦＦにする。

[0080] ４回目の撮像である第４撮像が行われる際は、制御部５１は、第２撮像ユニット１７のうち第２カメラ３４、第２光源２４、第３光源２５をＯＮにし、第１撮像ユニット１６を含むその他を全てＯＦＦにする。

[0081] 制御部５１は、撮像装置１１に対してこのようなＯＮ・ＯＦＦ制御を実行することで、４つのカメラ３１～３４によって、物品１２の全周の画像を撮像する。こうして、４つのカメラ３１～３４が撮像した４枚の透過像によって、物品１２の全周分（３６０度分）の透過像が取得される。また、４つのカメラ３１～３４が撮像した４枚の反射像によって、物品１２の全周分（３

６０度分）の反射像が取得される。例えば、撮像ユニット１６，１７のカメラ３１～３４のうち２つが、同時に撮像することも可能である。例えば、図５において、第１カメラ３１と第１カメラ３３とが同時に撮像することもできる。光源２２，２４を共にＯＦＦにし、光源２１，２３を共にＯＮにすることで、互いの干渉がなければ対応できる。換言すれば、同じ撮像ユニット１５に属する２つのカメラ３０が同時に撮像することを避ける限りにおいて、複数のカメラ３０が同時に撮像することは可能である。そして、Ｍ個の撮像ユニット１６から１つずつ選択されたＭ個のカメラ３０の組み合わせで同時に撮像すれば、物品１２の高速搬送にも対応できる。

[0082] 図５～図８は、１回の撮像が行われるときの光源２１，２２，２５及びカメラ３１，３２のＯＮ・ＯＦＦ制御の様子を示す。図５、図６は、第１カメラ３１が物品１２を撮像するとき、図７、図８は、第２カメラ３２が物品１２を撮像するときを示す。ここでは、第１撮像ユニット１６の第１カメラ３１と第２カメラ３２が物品１２を異なる撮像タイミングで撮像する例を示す。第２撮像ユニット１７の第１カメラ３３と第２カメラ３４が物品１２を異なる撮像タイミングで撮像する場合も、基本的な制御内容は同様である。なお、図６、図８では、光源２１，２２，２５からカメラ３１，３２へ至る光路を分かりやすく示すため、第１カメラ３１及び第２カメラ３２の姿勢を、実際の水平姿勢よりも傾けた姿勢で模式的に描いている。

[0083] 図５に示すように、制御部５１は、第１光源２１をＯＮの状態とし、第２光源２２をＯＦＦの状態とし、第３光源２５をＯＮの状態とする。この結果、図５、図６にドット模様で示すように、第１光源２１及び第３光源２５の第１発光部２５ａが発光する。このとき、第２光源２２は消灯状態にある。

[0084] 第１光源２１からの光は物品１２を第１方向Ｄ１に透過する。物品１２を第１方向Ｄ１に透過した透過光ＴＬ１は、第１ハーフミラー４１で反射する。第１ハーフミラー４１は、第１カメラ３１へ至る光路に沿う経路で透過光ＴＬ１（第１の像Ｉｍｇ１）を反射する。このとき、第２光源２２は、消灯（ＯＦＦ）しているので、第１ハーフミラー４１はミラーとして機能する。

第１ハーフミラー４１からの透過光ＴＬ１は、光学バンドパスフィルタ３５を通って、第１カメラ３１に入射する。第１カメラ３１は、物品１２の第１の像Ｉｍｇ１を撮像する。

[0085] 図６に示すように、第３光源２５からの可視光は、物品１２の表面で反射し、その反射した反射光ＲＬ１は第１ハーフミラー４１で反射する。第１ハーフミラー４１は、第１カメラ３１へ至る光路に沿った経路で反射光ＲＬ１（第３の像Ｉｍｇ３）を反射する。第１ハーフミラー４１からの反射光ＲＬ１は、光学バンドパスフィルタ３５を通って、第１カメラ３１に入射する。第１カメラ３１は、第３の像Ｉｍｇ３を撮像する。

[0086] このように１回の撮像で、第１カメラ３１は、近赤外光の像である第１の像Ｉｍｇ１と、可視光の像である第３の像Ｉｍｇ３とを同時に撮像する。第１カメラ３１は撮像信号Ｓ１を変換部６０（図３参照）に出力する。変換部６０は、入力した撮像信号Ｓ１を基に、第１の像Ｉｍｇ１と第３の像Ｉｍｇ３とを分離する処理を行う。

[0087] この第１撮像の後、第２撮像が行われる。図７に示すように、制御部５１は、第１光源２１をＯＦＦの状態とし、第２光源２２をＯＮの状態とし、第３光源２５をＯＮの状態とする。この結果、図７、図８にドット模様で示すように、第２光源２２及び第３光源２５の第２発光部２５ｂが発光する。このとき、第１光源２１は消灯状態にある。

[0088] 第２光源２２からの光は物品１２を第２方向Ｄ２に透過する。物品１２を第２方向Ｄ２に透過した透過光ＴＬ２は、第２ハーフミラー４２で反射する。第２ハーフミラー４２は、第２カメラ３２へ至る光路に沿う経路で透過光ＴＬ２（第２の像Ｉｍｇ２）を反射する。このとき、第１光源２１は、消灯（ＯＦＦ）しているので、第２ハーフミラー４２はミラーとして機能する。第２ハーフミラー４２からの透過光ＴＬ２は、光学バンドパスフィルタ３５を通って、第２カメラ３２に入射する。第２カメラ３２は、物品１２の第２の像Ｉｍｇ２を撮像する。

[0089] 図８に示すように、第３光源２５からの可視光は、物品１２の表面で反射

し、その反射した反射光ＲＬ２は第２ハーフミラー４２で反射する。第２ハーフミラー４２は、第２カメラ３２へ至る光路に沿った経路で反射光ＲＬ２（第４の像Ｉｍｇ４）を反射する。第２ハーフミラー４２からの反射光ＲＬ２は、光学バンドパスフィルタ３５を通って、第２カメラ３２に入射する。第２カメラ３２は、第４の像Ｉｍｇ４を撮像する。

[0090] このように１回の撮像で、第２カメラ３２は、近赤外光の像である第２の像Ｉｍｇ２と、可視光の像である第４の像Ｉｍｇ４とを同時に撮像する。第２カメラ３２は撮像信号Ｓ１を変換部６０（図３参照）に出力する。変換部６０は、入力した撮像信号Ｓ１を基に、第２の像Ｉｍｇ２と第４の像Ｉｍｇ４とを分離する処理を行う。

[0091] ＜カメラ３０の構成＞

次に、図９を参照して、カメラ３０の構成及びその撮像特性について説明する。図９に示すカメラ３０は、例えば、ＲＧＢ画像を撮像する汎用のカラーカメラをベースとする。汎用のカラーカメラは、鏡筒３０ａに組み付けられたレンズ３６と、近赤外光を遮断する近赤外光カットフィルタ２０１（以下、ＩＲカットフィルタ２０１ともいう。）と、イメージセンサ３７とを備える。本実施形態のカメラ３０は、汎用のカラーカメラから、図９に二点鎖線で示すＩＲカットフィルタ２０１を除去することで構成される。

[0092] 上記ＩＲカットフィルタ２０１を除去することで、カメラ３０に内蔵されるイメージセンサ３７は、近赤外光の波長帯域を含むＲＧＢ撮像特性を有する。Ｒ受光素子３７Ｒ、Ｇ受光素子３７Ｇ及びＢ受光素子３７Ｂは、図９における右側のグラフに示される可視光波長領域ＶＡ及び近赤外波長領域ＮＩＲＡの光に感度を有する。

[0093] イメージセンサ３７は、Ｒ受光素子３７Ｒ、Ｇ受光素子３７Ｇ及びＢ受光素子３７Ｂを備える。Ｒ受光素子３７Ｒは、Ｒフィルタ３８Ｒを透過したレッド光を受光し受光量に応じたＲ撮像信号を出力する。Ｇ受光素子３７Ｇは、Ｇフィルタ３８Ｇを透過したグリーン光を受光し受光量に応じたＧ撮像信号を出力する。Ｂ受光素子３７Ｂは、Ｂフィルタ３８Ｂを透過したブルー光

を受光し受光量に応じたＢ撮像信号を出力する。イメージセンサ３７において、Ｒ受光素子３７Ｒ、Ｇ受光素子３７Ｇ及びＢ受光素子３７Ｂは、所定の配列で配置されている。

[0094] Ｒ受光素子３７Ｒ、Ｇ受光素子３７Ｇ及びＢ受光素子３７Ｂは、図９の右側のグラフで示されるそれぞれの波長帯の光に感度を有する。このグラフは、横軸が波長を示し、縦軸が相対感度を示す。このイメージセンサ３７は、近赤外光の波長帯域にも所定値以上の感度を有するＲＧＢ撮像特性を有する。なお、カメラ３０は、汎用のカラーカメラをベースにする構成に限定されない。

[0095] イメージセンサ３７のカラーフィルタ３８は、ＲＧＢ原色フィルタに替え、Ｍｇ，Ｙｅ，Ｃｙの補色フィルタでもよい。また、ＲＧＢフィルタ又は補色フィルタに加え、近赤外光を選択的に透過させるＮＩＲフィルタが混在してもよい。さらに、ＲＧＢフィルタがＲ，Ｇ１，Ｇ２，Ｂフィルタを組み合わせた構成でもよく、カラーフィルタ３８が補色フィルタと原色フィルタを組み合わせた構成でもよい。さらに、フィルタを３種類以上組み合わせてもよい。

[0096] 光学バンドパスフィルタ３５は、例えば、図１０に示すような光学特性を有する。光学バンドパスフィルタ３５は、可視光波長領域ＶＡ内で１領域または複数領域の遮断領域を有するとともに近赤外波長領域ＮＩＲＡ内で１領域または複数領域の透過領域を有する分光透過率特性をもつ。近赤外波長領域ＮＩＲＡは、波長が約８００～約２５００ｎｍの領域である。光学バンドパスフィルタ３５は、複数の波長帯に透過率が０．１以下となる遮断領域を有するとともに、複数の波長帯に透過率が０．７以上となる透過領域を有する分光透過率特性をもつ。換言すれば、光学バンドパスフィルタ３５は、可視光波長領域ＶＡ内で１つ又は複数の遮断領域を有するとともに、近赤外波長領域ＮＩＲＡに透過領域を有する分光透過率特性をもつ。

[0097] 図１１に示す光学バンドパスフィルタ３５は、１枚か、２枚以上の複数枚の光学バンドパスフィルタにより構成される。

よって、イメージセンサ３７そのものが、図９に示すＲＧＢの３バンドの相対感度を有していても、図１１に示す光学バンドパスフィルタ３５の分光透過率特性により、イメージセンサ３７は、図１１のグラフに示す実質的な相対感度を有する。

[0098] ＜光学バンドパスフィルタ３５＞

図９に示すイメージセンサ３７のＲ受光素子３７Ｒは、同図のグラフにＲで示されるバンドの感度を有し、Ｇ受光素子３７ＧはＧで示されるバンドの感度を有し、Ｂ受光素子３７ＢはＢで示されるバンドの感度を有する。各受光素子３７Ｒ，３７Ｇ，３７Ｂは、光学バンドパスフィルタ３５を透過した光のうち、カラーフィルタ３８の各フィルタ３８Ｒ，３８Ｇ，３８Ｂを透過した光をそれぞれの感度に応じて受光する。イメージセンサ３７は、各受光素子３７Ｒ，３７Ｇ，３７Ｂの受光量に応じたＲ値、Ｇ値、Ｂ値をもつ各撮像信号が、所定の配列パターンの順番でシリアルに並ぶ第１撮像信号Ｓ１を出力する。

[0099] 図１２は、近赤外光源である第１光源２１又は第２光源２２と、白色光源である第３光源２５とを合わせた発光スペクトルを示す。近赤外光源と白色光源とを合わせた発光スペクトルの光がイメージセンサ３７に入射されたとする。イメージセンサ３７は、図１２に示す発光強度特性と図１１に示す第１撮像信号Ｓ１の相対感度特性とが合成された結果として、図１３Ａのグラフで示される３バンドのＲＧＢ信号を第１撮像信号Ｓ１として出力する。

[0100] 図３に示す変換部６０は、図９に示すイメージセンサ３７から入力した第１撮像信号Ｓ１のＲＧＢ値を、ＸＹＺ値に変換することで第２撮像信号Ｓ２を生成する。つまり、変換部６０は、図１３Ａのグラフで示される３バンドのＲＧＢ画像信号を、ＲＧＢ画像信号とは異なる波長帯に感度をもつ３バンドのＸＹＺ画像信号（図１３Ｂ）に変換する。図１３Ｂに示すグラフは、第２撮像信号Ｓ２を構成する、ＸＹＺ値で表される３バンドのＸＹＺ画像信号を示す。グラフの横軸が波長を示し、縦軸が相対感度を示す。

[0101] 図１３Ｂに示すように、第２撮像信号Ｓ２を構成する３バンドのＸＹＺ画

像信号のうち１つのバンドのピークが、近赤外波長領域ＮＩＲＡにある。他の２つのバンドのピークが、可視光波長領域ＶＡにある。ＸＹＺの各バンドは分離されている。

[0102] 変換部６０は、第１カメラ３１及び第２カメラ３２のうち一方から撮像信号Ｓ１を入力すると、この撮像信号Ｓ１をＮバンドのＲＧＢ画像信号に分離し、分離したＮバンドのＲＧＢ画像信号に対してマトリックス演算を行う。これにより、変換部６０は、ＮバンドのＸＹＺ画像信号を生成する。図１３Ｂに示す例では、Ｘ画像信号の１バンドが近赤外波長領域ＮＩＲＡにあり、Ｙ画像信号とＺ画像信号との２バンドが可視光波長領域ＶＡにある。このため、変換部６０は、近赤外領域に分光感度をもつ１バンドのＸ画像信号を含む第１画像信号ＭＳ１と、可視光領域に分光感度をもつ２バンドのＹＺ画像信号を含む第２画像信号ＭＳ２とを生成する。一般化すれば、変換部６０は、近赤外領域に分光感度をもつＰバンド（但しＰはＮ未満の自然数）の第１画像信号ＭＳ１と、可視光領域に分光感度をもつＱバンド（但しＱはＱ＝Ｎ－Ｐ）の第２画像信号ＭＳ２（図１４参照）とを生成する。

[0103] ここで、第１の像Ｉｍｇ１と第２の像Ｉｍｇ２は近赤外光の透過像である。また、第３の像Ｉｍｇ３と第４の像Ｉｍｇ４は可視光の反射像である。近赤外領域に分光感度をもつ第１画像信号ＭＳ１は、第１の像Ｉｍｇ１又は第２の像Ｉｍｇ２を含む画像信号である。可視光領域に分光感度をもつ第２画像信号ＭＳ２は、第３の像Ｉｍｇ３又は第４の像Ｉｍｇ４を含む画像信号である。変換部６０は、第１カメラ３１，３３から入力した撮像信号Ｓ１を基に第１の像Ｉｍｇ１を含む第１画像信号ＭＳ１と第３の像Ｉｍｇ３を含む第２画像信号ＭＳ２とを生成する。変換部６０は、第２カメラ３２，３４から入力した撮像信号Ｓ１を基に第２の像Ｉｍｇ２を含む第１画像信号ＭＳ１と第４の像Ｉｍｇ４を含む第２画像信号ＭＳ２とを生成する。こうして変換部６０は、Ｐバンドの第１画像信号ＭＳ１とＱバンドの第２画像信号ＭＳ２とを含む撮像信号Ｓ２を出力する。

[0104] ＜変換部６０及び検査処理部７０の構成＞

次に、図１４を参照して、変換部６０及び検査処理部７０の詳細な構成を説明する。

図１４に示すように、光学バンドパスフィルタ３５及びレンズ３６を通して物品１２の像がイメージセンサ３７の撮像面に結像される。イメージセンサ３７は、物品１２の撮像結果として第１撮像信号Ｓ１を変換部６０に出力する。第１撮像信号Ｓ１は、各受光素子３７Ｒ，３７Ｇ，３７ＢからのＲ撮像信号（レッド信号）、Ｇ撮像信号（グリーン信号）及びＢ撮像信号（ブルー信号）を含むシリアル信号である。なお、Ｒ撮像信号、Ｇ撮像信号及びＢ撮像信号を、単にＲ信号、Ｇ信号及びＢ信号ともいう。

[0105] 図１４に示すように、変換部６０は、ＲＧＢ分離部６１、ＸＹＺ変換部６２及び増幅部６３を備える。ＲＧＢ分離部６１は、イメージセンサ３７から入力した第１撮像信号Ｓ１を、Ｒ撮像信号、Ｇ撮像信号及びＢ撮像信号に分離する。

[0106] ＸＹＺ変換部６２は、ＲＧＢ分離部６１から入力したＲ信号、Ｇ信号及びＢ信号を、Ｘ信号、Ｙ信号及びＺ信号に変換する。詳しくは、ＸＹＺ変換部６２は、Ｒ信号、Ｇ信号及びＢ信号の信号値であるＲＧＢ値に対してマトリックス演算を施すことにより、Ｘ信号、Ｙ信号及びＺ信号を生成する。ＸＹＺ変換部６２には、マトリックス係数が与えられる。ここで、マトリックス演算に用いられるマトリックスは、３×３マトリックスである。ＸＹＺ変換部６２には、３×３マトリックスの係数が与えられる。

[0107] ＸＹＺ変換部６２は、マトリックス係数を用いて特定される３×３マトリックスを、第１撮像信号Ｓ１のＲＧＢ値に対して乗算するマトリックス演算を行うことによって、第１撮像信号Ｓ１のＲＧＢと異なる分光特性を持つ、ＸＹＺで表される第２撮像信号Ｓ２を生成する。マトリックス係数は、第１撮像信号Ｓ１のＲＧＢを、第２撮像信号Ｓ２のＸＹＺという複数バンドに分光させるための係数である。

[0108] ここで、第１撮像信号Ｓ１であるＲＧＢ信号を、第２撮像信号Ｓ２であるＸＹＺ信号に変換する計算式は、下記の（１）式で与えられる。

[0109] [数1]

$$\begin{pmatrix} X \\ Y \\ Z \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} a1 & a2 & a3 \\ b1 & b2 & b3 \\ c1 & c2 & c3 \end{pmatrix} \times \begin{pmatrix} Gx \\ Gy \\ Gz \end{pmatrix} \times \begin{pmatrix} R \\ G \\ B \end{pmatrix} \cdots (1)$$

ここで、ａ１～ａ３，ｂ１～ｂ３，ｃ１～ｃ３はマトリックス係数であり、Ｇｘ，Ｇｙ，Ｇｚは増幅率である。

[0110] ＸＹＺ変換部６２は、上記（１）式のうち、ＲＧＢ値に対して３×３マトリックスを乗算する演算処理を行う。ＸＹＺ変換部６２は、増幅率が乗算される前のＸＹＺ値を増幅部６３に出力する。

[0111] ここで、イメージセンサ３７におけるカラーフィルタ３８の色数をｎ（但し、ｎは３以上の自然数）とする。ｎ個の撮像信号間で行うマトリックス演算は、ｍ×ｎマトリックス演算（但し、ｍは２以上の自然数）である。ｍ×ｎマトリックスには、第１撮像信号Ｓ１の色ごとの撮像信号を、ｎバンドの波長領域に分離可能なマトリックス係数が設定されている。本例では、第１撮像信号Ｓ１の色ごとの撮像信号は、Ｒ信号、Ｇ信号、Ｂ信号であり、色数ｎは「３」である（ｎ＝３）。また、第２撮像信号Ｓ２は、Ｘ信号、Ｙ信号、Ｚ信号の３バンドであり、ｍ＝３である。つまり、ｍ×ｎマトリックスは、３×３マトリックスである。そして、３×３マトリックスには、３バンドの分離性を高くできるマトリックス係数が設定されている。

[0112] 例えば、図１０に示す透過特性を有する光学バンドパスフィルタ３５が用いられる場合、図１３Ａから図１３Ｂへの変換のマトリックス演算に、次の３×３マトリックスの係数が与えられる。すなわち、３×３マトリックスの係数として、ａ１＝０、ａ２＝－０．１３、ａ３＝１、ｂ１＝１、ｂ２＝０．１、ｂ３＝－１．１５、ｃ１＝－０．２、ｃ２＝１、ｃ３＝－０．７が与えられる。

[0113] なお、ｍ×ｎ（但しｍ≠ｎ）マトリックス演算でもよい。色数「３」である場合、３×３マトリックス演算に限定されず、３×４マトリックス演算を行って４バンドのマルチスペクトル画像を生成したり、３×２マトリックス

演算を行って色数ｎよりも少ないバンド数のマルチスペクトル画像を生成したりしてもよい。

[0114] 増幅部６３は、ＸＹＺ変換部６２からのＸＹＺ値に、与えられたＸ増幅率Ｇｘ，Ｙ増幅率Ｇｙ，Ｚ増幅率Ｇｚをそれぞれ乗算する。増幅部６３は、ＸＹＺ変換後のＸ値にＸ増幅率Ｇｘを乗算し、Ｙ値にＹ増幅率Ｇｙを乗算し、Ｚ値にＺ増幅率Ｇｚを乗算する。つまり、増幅部６３は、上記（１）式において、増幅率Ｇｘ，Ｇｙ，Ｇｚをマトリックス係数とする１×３マトリックスを乗算する演算を行うことで、ＸＹＺのバンドを正規化する。増幅部６３は、正規化されたＸＹＺ値を、撮像信号Ｓ２として出力する。なお、正規化の処理は、１つの信号レベルを固定して他の２個の信号レベルを調整する方法でもよい。例えば、Ｙ信号を固定とし、Ｘ信号とＺ信号を調整してもよい。

[0115] こうして、変換部６０は、入力した第１撮像信号Ｓ１に対して、ＲＧＢ分離処理、ＸＹＺ変換処理及び正規化処理を順次行うことで、第２撮像信号Ｓ２を出力する。換言すれば、変換部６０は、第１撮像信号Ｓ１を第２撮像信号Ｓ２に変換する。第１撮像信号Ｓ１はＮバンドのＲＧＢ画像信号である。第２撮像信号Ｓ２はＮバンドのＸＹＺ画像信号である。つまり、変換部６０は、ＮバンドのＲＧＢ画像信号をＮバンドのＸＹＺ画像信号に変換する。こうして変換部６０は、Ｎバンドのマルチスペクトル画像を生成する。前述のとおり、３バンドの場合、ＸＹＺ画像信号は、１バンドのＸ画像信号を含む第１画像信号ＭＳ１と、２バンドのＹＺ画像信号を含む第２画像信号ＭＳ２とを含む。変換部６０は、第１撮像信号Ｓ１から生成した、可視光領域に分光感度をもつＰバンド（但しＰはＮ未満の自然数）の第１画像信号ＭＳ１と、近赤外領域に分光感度をもつＱバンド（但しＱはＱ＝Ｎ－Ｐ）の第２画像信号ＭＳ２とを含む撮像信号Ｓ２を出力する。

[0116] 信号処理部６５は、ＮバンドのＸＹＺ画像信号である第２撮像信号Ｓ２を入力すると、第２撮像信号Ｓ２を、Ｐバンドの第１画像信号ＭＳ１とＱバンド（但しＱはＱ＝Ｎ－Ｐ）の第２画像信号ＭＳ２とに分けて処理する。第２

撮像信号Ｓ２が３バンドである場合、信号処理部６５は、第２撮像信号Ｓ２を、例えば、１バンドの第１画像信号ＭＳ１と２バンドの第２画像信号ＭＳ２とに分けて処理する。１バンドの第１画像信号ＭＳ１は近赤外画像信号であり、２バンドの第２画像信号ＭＳ２は可視光画像信号である。

[0117] 信号処理部６５は、Ｐバンドの第１画像信号ＭＳ１の輝度値を調整して第１画像信号ＩＳ１を生成する輝度信号処理部６６と、Ｑバンドの第２画像信号ＭＳ２を疑似カラー画像信号である第２画像信号ＩＳ２に変換する疑似カラー信号処理部６７とを有する。輝度信号処理部６６は、第１画像信号ＩＳ１を検査処理部７０に出力する。疑似カラー信号処理部６７は、第２画像信号ＩＳ２を検査処理部７０に出力する。なお、輝度信号処理部６６では、ガンマ補正などの非線形処理による輝度調整や、輪郭強調処理などを必要に応じて実施してもよい。

[0118] 図１４に示す第１画像信号ＩＳ１は、物品１２を近赤外光が透過した透過画像の信号である。表示部５２には、第１画像信号ＩＳ１に基づく第１画像が、図１５Ａに示すように物品１２の透過画像として表示される。このため、容器の内容物や容器中の液体に混入した異物を検査できる。また、図１４に示す第２画像信号ＩＳ２は、２チャンネル疑似カラー画像の信号である。このため、表示部５２（図３参照）には、第２画像信号ＩＳ２に基づく第２画像が２チャンネルの疑似カラーで表示される。検査員は表示部５２の第２画像を見て色の違いにより視覚的に欠点等を視認できるので、物品１２を検査し易い。なお、本実施形態では、第１画像信号ＩＳ１に基づく画像を第１画像ＩＳ１、第２画像信号ＩＳ２に基づく画像を第２画像ＩＳ２ともいう。

[0119] 例えば、図１５Ａに近赤外画像である第１画像ＩＳ１を示し、図１５Ｂに２チャンネル疑似カラー画像である第２画像ＩＳ２を示す。図１５Ａに示す第１画像ＩＳ１は、物品１２の近赤外透過画像であり、物品１２である容器内の濃色の液体に混入した異物等の欠点が比較的鮮明に撮像されている。また、図１５Ｂに示す第２画像ＩＳ２は、物品１２の２チャンネル疑似カラー画像で表現された可視光反射画像であり、物品１２の外周面に付されたラベ

ル等の表面が鮮明に撮像されている。

[0120] ＜検査処理部＞

次に、図１４に示す検査処理部７０について説明する。

検査処理部７０は、撮像装置１１が出力する近赤外領域に分光感度をもつＰバンドの第１画像信号ＩＳ１と、可視光領域に分光感度をもつＱバンドの第２画像信号ＩＳ２とに基づいて被写体である物品１２を検査する。

[0121] 検査処理部７０は、近赤外検査処理部７１と、可視光検査処理部７２と、混合検査処理部７３とを備える。近赤外検査処理部７１には第１画像信号ＩＳ１が入力され、可視光検査処理部７２には第２画像信号ＩＳ２が入力され、さらに混合検査処理部７３には、第１画像信号ＩＳ１と第２画像信号ＩＳ２とが入力される。なお、混合検査処理部７３に入力される第１画像信号ＩＳ１と第２画像信号ＩＳ２は、本例では、１バンドの近赤外画像信号と２バンドの可視光画像信号である。

[0122] 近赤外検査処理部７１は、近赤外画像である第１画像信号ＩＳ１を基に物品１２を検査する。可視光検査処理部７２は、可視光画像である第２画像信号ＩＳ２を基に物品１２を検査する。混合検査処理部７３は、近赤外光の像と可視光の像である、第１画像信号ＩＳ１と第２画像信号ＩＳ２の双方を基に物品１２を検査する。例えば、近赤外検査処理部７１は、輝度画像信号である第１画像信号ＩＳ１を輝度レベルの上下限閾値判定により二値化し、二値化の結果、抽出された検査対象領域のサイズ及び数に基づき、物品１２の良否を判定する。可視光検査処理部７２は、疑似色画像信号である第２画像信号ＩＳ２に対して疑似色より色座標範囲を指定して特定色領域を抽出し、その特定色領域のサイズ及び数に基づき物品１２の良否を判定する。混合検査処理部７３は、輝度画像信号である第１画像信号ＩＳ１より別途抽出した閾値領域と、疑似色画像信号である第２画像信号ＩＳ２により別途抽出した特定色領域とのＡＮＤ演算結果として得られる共通領域のサイズ及び数に基づき、物品１２の良否を判定する。

[0123] ＜実施形態の作用＞

次に、撮像装置１１及び検査装置１０の作用について説明する。

図１、図３に示すように、搬送装置１３のコンベヤ１４によって、被写体である物品１２が搬送される。センサ１８（図３参照）が物品１２を検知すると、トリガー信号が制御部５１に入力される。トリガー信号を入力した制御部５１は、図４に示す制御データＣＤに基づいて、光源２１～２５及びカメラ３１～３４を制御する。

[0124] カメラ３０には、物品１２の表面で反射した可視光と、物品１２を透過した近赤外光とが、光学バンドパスフィルタ３５およびレンズ３６を通過して入射される。カメラ３０の内のイメージセンサ３７の撮像面には、物品１２を透過した近赤外光の像（第１の像Ｉｍｇ１）と物品１２の表面で反射した可視光の像（第３の像Ｉｍｇ３）と、が結像する。イメージセンサ３７は、物品１２に対して光学バンドパスフィルタ３５を通して１フレームの撮像を行う。イメージセンサ３７は、第１撮像信号Ｓ１を変換部６０に出力する。このとき、第２光源２２の消灯の下で第１光源２１を発光させて第１カメラ３１が物品１２の第１の像Ｉｍｇ１を撮像する。この撮像処理が、第１撮像ステップの一例に相当する。次に、第１光源２１の消灯の下で第２光源２２を発光させて第２カメラ３２が物品１２の第２の像Ｉｍｇ２を撮像する。この撮像処理が、第２撮像ステップの一例に相当する。

[0125] 変換部６０では、第１撮像信号Ｓ１をＲＧＢ分離し、分離したＲＧＢ値に３×３マトリックスを乗算することで、ＲＧＢ値をＸＹＺ値に変換する。このＸＹＺ値に増幅率Ｇｘ，Ｇｙ，Ｇｚを乗算することで、正規化されたＸＹＺ値が生成される。こうして、変換部６０から３バンドのマルチスペクトル画像を含む第２撮像信号Ｓ２が出力される。第２撮像信号Ｓ２は信号処理部６５へ出力される。換言すれば、変換部６０は、第１撮像信号Ｓ１から、近赤外領域に分光感度をもつＰバンド（但しＰはＮ未満の自然数）の第１画像信号ＭＳ１と、可視光領域に分光感度をもつＱバンド（但しＱはＱ＝Ｎ－Ｐ）の第２画像信号ＭＳ２とを生成する。

[0126] 信号処理部６５は、第２撮像信号Ｓ２を構成するＮバンド（３バンド）の

ＸＹＺ画像を、ＰバンドとＱバンド（但しＱはＱ＝Ｎ－Ｐ）に分けて入力する。第２撮像信号Ｓ２が３バンドの例では、１バンドの第１画像信号ＭＳ１は輝度信号処理部６６に入力され、２バンドの第２画像信号ＭＳ２は疑似カラー信号処理部６７に入力される。本例では、第１画像信号ＭＳ１は近赤外画像信号であり、第２画像信号ＭＳ２は可視光画像信号である。

[0127] 輝度信号処理部６６は、１バンドの第１画像信号ＭＳ１の輝度値を調整する。また、疑似カラー信号処理部６７は、２バンドの第２画像信号ＭＳ２を疑似カラー画像信号に変換する。この結果、信号処理部６５から検査処理部７０へ第１画像信号ＩＳ１及び第２画像信号ＩＳ２が出力される。

[0128] なお、第１撮像ステップで第１カメラ３１から取得した撮像信号Ｓ１を基に第１の像Ｉｍｇ１を含む第１画像ＩＳ１を取得する。この画像取得処理が、第１画像取得ステップの一例に相当する。また、第２撮像ステップで第２カメラ３２から取得した撮像信号Ｓ１を基に第２の像Ｉｍｇ２を含む第２画像ＩＳ２を取得する。この画像取得処理が、第２画像取得ステップの一例に相当する。

[0129] 検査処理部７０では、近赤外検査処理部７１が、近赤外画像である第１画像信号ＩＳ１を基に物品１２を検査する。また、可視光検査処理部７２が、可視光画像である第２画像信号ＩＳ２を基に物品１２を検査する。また、混合検査処理部７３では、第１画像信号ＩＳ１と第２画像信号ＩＳ２の両信号を基にして物品１２を検査する。

[0130] 各検査処理部７１～７３は、物品１２の良否を判定する。制御部５１は、物品１２が不良品である場合、不図示の排出装置を駆動して不良品の物品１２をコンベヤ１４上から排除する。

[0131] 図１５Ａ，１５Ｂは、撮像装置１１が撮像した画像の例を示す。図１５Ａ，１５Ｂの例では、各画像中の物品は２本の容器である。左側の容器は、半透明の合成樹脂製の容器であり、液体が収容されている。また、右側の容器は、透明ガラス容器に濃色（例えば黒色）の液体が収容されている。図１５Ａに示すように、第１画像信号ＩＳ１は、物品１２を近赤外光が透過した透

過画像の信号である。表示部５２（図１４参照）には、第１画像ＩＳ１が、図１５Ａに示すように物品１２の透過画像として表示される。このため、容器の内容物や容器中の液体に混入した異物を検査できる。右側の容器には液体中に針金を混入させているが、図１５Ａに示す近赤外画像では視認することができる。

[0132] 図１５Ｂに示すように、第２画像信号ＩＳ２は、２チャンネル疑似カラー画像の信号である。このため、表示部５２には、第２画像ＩＳ２が２チャンネルの疑似カラーで表示される。検査員は表示部５２の第２画像を見て色の違いにより視覚的に欠点等を視認できるので、物品１２を検査し易い。図１５Ｂの可視光画像では、右側の容器中の針金等の異物を視認できない。

[0133] 撮像装置１１は、光学バンドパスフィルタ３５をカメラ３１～３４に備えず、かつ可視光と近赤外光とを分離する処理（マトリックス演算等）を行わない構成でもよい。また、カメラ３０は、カラーカメラに限らず、白黒カメラでもよい。このような構成の撮像装置１１によっても、被写体の異物等の欠点を識別し易い画像を取得することはできる。この撮像装置１１で得られた画像の例を、図１６、図１７を参照して説明する。図１６、図１７に示す画像は、可視光から近赤外光まで感度をもつ白黒カメラで撮像した画像である。比較例は、被写体を挟んで対向する光源とカメラとの組を４組備える従来の撮像装置である。実施例は、上述のとおり、光学バンドパスフィルタ３５を備えず、かつ分離処理（マトリクス演算等）を行わない撮像装置１１である。図１６は、比較例の撮像装置が撮像した画像ＰＩ１を示し、図１７は、実施例の撮像装置１１が撮像した画像ＰＩ２を示す。画像中の被写体である物品１２Ｇは、例えば、容器である。

[0134] 図１６に示す比較例の撮像画像ＰＩ１は、物品１２Ｇである透明な容器を透過して背面側の背景が映り込み、容器の表面の模様が視認しにくい画像となっている。このため、物品１２Ｇの汚れや異物等の欠点８１が検出しにくい。

[0135] これに対して、図１７に示す撮像画像ＰＩ２では、画像中の物品１２Ｇで

ある透明な容器の背面側に位置する第１ハーフミラー４１が背景となっている。第１ハーフミラー４１は、拡散光を発光する第１光源２１の発光拡散パネル２７に貼り付けられている。第１ハーフミラー４１が背景となることにより、容器の表面の模様が視認しやすい画像が得られている。このため、物品１２Ｇの汚れや異物等の欠点８１が検出しやすい。このように、近赤外光と可視光とを分離する処理を行わなくても、Ｍ個（Ｍ＝１，２，…）の撮像ユニット１５を有する撮像装置１１によって、異物等の欠点を識別し易い被写体の画像を得ることができる。なお、物品１２Ｇの表面に貼られたラベル８２は、反射像として撮像され、比較例の画像ＰＩ１と実施例の画像ＰＩ２とで共に視認できる。実施例の画像ＰＩ２においてラベル８２の像は、反射像である第３の像Ｉｍｇ３又は第４の像Ｉｍｇ４に属する。

[0136] ＜実施形態の効果＞

以上、詳述した第１実施形態によれば、以下に示す効果が得られる。

（１）撮像装置１１は、被写体の一例としての物品１２を互いに反対の方向から透過した光を受光して当該被写体の２つの透過像を撮像する２つのカメラ３１，３２を備える。撮像装置１１は、物品１２を第１方向Ｄ１に透過する光を発光する第１光源２１と、第１方向とは反対の方向である第２方向Ｄ２に物品１２を透過する光を発光する第２光源２２と、物品１２を第１方向Ｄ１に透過した第１透過光ＴＬ１を受光して第１の像Ｉｍｇ１を撮像する第１カメラ３１と、物品１２を第２方向Ｄ２に透過した第２透過光ＴＬ２を受光して第２の像Ｉｍｇ２を撮像する第２カメラ３２とを備える。撮像装置１１は、第１ハーフミラー４１と、第２ハーフミラー４２とを備える。第１ハーフミラー４１は、第２光源２２の消灯の下で第１透過光ＴＬ１の光路の途中の位置で当該第１透過光ＴＬ１を第１カメラ３１に向かう光路に沿って反射し、かつ第２光源２２から物品１２に向かう光の光路の途中の位置で当該光の透過を許容する。第２ハーフミラー４２は、第１光源２１の消灯の下で第２透過光ＴＬ２の光路の途中の位置で当該第２透過光ＴＬ２を第２カメラ３２に向かう光路に沿って反射し、かつ第１光源２１から物品１２に向か

う光の光路の途中の位置で当該光の透過を許容する。この構成によれば、物品１２を互いに反対の方向から透過した光による２つの透過像を、物品１２の周辺の映り込み等の少ない高い品質で撮像できる。

[0137] （２）撮像装置１１は、制御部５１を備える。制御部５１は、第１光源２１と第２光源２２とを異なる発光タイミングで発光させ、それにより、第１カメラ３１による第１の像Ｉｍｇ１の撮像と第２カメラ３２による第２の像Ｉｍｇ２の撮像とを発光タイミングに応じた異なる撮像タイミングで行わせる。この構成によれば、他方の光源からの光による撮像画像の画質低下を回避できる。

[0138] （３）撮像装置１１は、第１光源２１、第２光源２２、第１カメラ３１、第２カメラ３２、第１ハーフミラー４１及び第２ハーフミラー４２を含む撮像ユニットをＭ個（但しＭは２以上の自然数）備える。Ｍ個の撮像ユニットは、それらの撮像ユニットの第１カメラ３１での撮像において物品１２から第１ハーフミラー４１への第１光軸が互いに異なる角度になるように配置される。Ｍ個の撮像ユニットは、２Ｍの異なる方向から物品１２を撮像可能に構成される。この構成によれば、２Ｍの異なる方向から物品１２を撮像することができる。２Ｍは４以上なので、物品１２の全周において任意の位置を確実に撮像できる。

[0139] （４）撮像装置１１は、物品１２に光を照射可能な第３光源２５を更に備える。第１カメラ３１は、第３光源２５から物品１２に照射された光が物品１２の表面で反射するとともに第１ハーフミラー４１で反射した後に第１カメラ３１で受光されることによって、第３の像Ｉｍｇ３を撮像する。第２カメラ３２は、第３光源２５から物品１２に照射された光が物品１２の表面で反射するとともに第２ハーフミラー４２で反射した後に第２カメラ３２で受光されることによって、第４の像Ｉｍｇ４を撮像する。この構成によれば、物品１２を透過した画像に加え、物品１２の表面の画像を取得することができる。

[0140] （５）第１光源２１及び第２光源２２は、発光拡散パネル２７をそれぞれ

有する。第１ハーフミラー４１は、第２光源２２の発光拡散パネル２７上に接着され、第２ハーフミラー４２は、第１光源２１の発光拡散パネル２７上に接着されている。この構成によれば、第１光源２１及び第２光源２２の発光時には、第１ハーフミラー４１及び第２ハーフミラー４２をミラーとして使用できないが、光源として使用することができる。第１光源２１及び第２光源２２の消灯時には、第１ハーフミラー４１及び第２ハーフミラー４２をミラーとして使用することができる。光源とミラー機能を同時に利用する必要がない場合には、光源とハーフミラーを一体化することができ、ハーフミラー機能をもった光源の形状、設置の自由度を上げることができる。

[0141] （６）第１光源２１及び第２光源２２は、近赤外光を発光可能に構成される。第３光源２５は、可視光を発光可能に構成される。第１ハーフミラー４１は、可視光の透過を抑制する可視光カット部材４５を、第１ハーフミラー４１に対して第２光源２２が位置する側に備える。第２ハーフミラー４２は、可視光の透過を抑制する可視光カット部材４５を、第２ハーフミラー４２に対して第１光源２１が位置する側に備える。

[0142] この構成によれば、ハーフミラーが物品１２から反射した可視光を光反射面で反射する一方、可視光カット部材４５が光源からハーフミラーに向かう可視光を遮断するので、可視光に基づく物品１２の反射像を高い品質で撮像できる。

[0143] （７）第１光源２１及び第２光源２２は、近赤外光を発光可能に構成される。第１カメラ３１及び第２カメラ３２は、可視光領域と近赤外領域とに感度をもつイメージセンサ３７を備えるＮバンド（但し、Ｎは３以上の自然数）のカラーカメラである。撮像装置１１は、第１カメラ３１及び第２カメラ３２の各々のイメージセンサ３７と物品１２との間の光路上に配置される光学バンドパスフィルタ３５と、第１カメラ３１及び第２カメラ３２のうち一方から撮像信号Ｓ１を入力すると、当該撮像信号Ｓ１をＮバンドの画像信号に分離し、分離したＮバンドの画像信号に対してマトリックス演算を行うことにより、近赤外領域に分光感度をもつＰバンド（但しＰはＮ未満の自然数

）の第１画像信号ＭＳ１と、可視光領域に分光感度をもつＱバンド（但しＱはＱ＝Ｎ－Ｐ）の第２画像信号ＭＳ２とを生成する変換部６０とを備える。変換部６０は、第１カメラ３１から撮像信号Ｓ１を入力すると、当該撮像信号Ｓ１を基に第１の像Ｉｍｇ１を含む第１画像信号ＭＳ１、及び第３の像Ｉｍｇ３を含む第２画像信号ＭＳ２を生成し、第２カメラ３２から撮像信号Ｓ１を入力すると、当該撮像信号Ｓ１を基に第２の像Ｉｍｇ２を含む第１画像信号ＭＳ１、及び第４の像Ｉｍｇ４を含む第２画像信号ＭＳ２を生成する。

[0144] この構成によれば、物品１２の近赤外透過像と可視光反射像とを１回で撮像できるうえ、その１回の撮像で得られた１つの撮像信号Ｓ１から物品１２の近赤外透過画像と可視光反射画像とを取得できる。

[0145] （８）検査装置１０は、撮像装置１１と、撮像装置１１の第１カメラ３１及び第２カメラ３２が撮像した複数の画像に基づいて物品１２を検査する検査処理部７０とを備える。この構成によれば、物品１２を互いに反対の方向に透過する光から得られる複数の透過画像を用いて物品１２を高い精度で検査できる。

[0146] （９）撮像装置１１を用いて物品１２を撮像する撮像方法は、第１撮像ステップと、第２撮像ステップと、第１画像取得ステップと、第２画像取得ステップとを含む。第１撮像ステップでは、第２光源２２の消灯の下で第１光源２１を発光させて第１カメラ３１が物品１２の第１の像Ｉｍｇ１を撮像する。第２撮像ステップでは、第１光源２１の消灯の下で第２光源２２を発光させて第２カメラ３２が物品１２の第２の像Ｉｍｇ２を撮像する。第１画像取得ステップでは、第１カメラ３１から取得した撮像信号Ｓ１を基に第１の像Ｉｍｇ１を含む第１画像を取得する。第２画像取得ステップでは、第２カメラ３２から取得した撮像信号Ｓ１を基に第２の像Ｉｍｇ２を含む第２画像を取得する。この方法によれば、撮像装置１１と同様に、物品１２を互いに反対の方向から透過した光に基づく２つの透過像を、物品１２の周辺の映り込み等の少ない高い品質で撮像できるという効果が得られる。

[0147] 実施形態は、上記に限定されず、以下の態様に変更してもよい。

・図１８に示すように、第１カメラ３１と第２カメラ３２は、それぞれの光軸が鉛直方向Ｚと平行となるように、縦向きに配置されてもよい。また、第１カメラ３１及び第２カメラ３２のうちの一方は、光軸が水平となるように横向きに配置され、第１カメラ３１及び第２カメラ３２のうちの他方は上述のように縦向きに配置されてもよい。また、カメラ３０が横向きに配置された撮像ユニット１５と、カメラ３０が縦向きに配置された撮像ユニット１５とが混在してもよい。

[0148] ・第１光軸と第２カメラ３２での撮像における物品１２から第２ハーフミラー４２への第２光軸との角度は、撮像ユニット１５間で異なる角度としてもよい。

・第１カメラ３１から第１ハーフミラー４１までの距離、及び第１ハーフミラー４１から被写体までの距離を、撮像ユニット１５間で異なる距離としてもよい。

[0149] ・物品１２の全周検査は、一つの撮像ユニット１５を用いて行ってもよい。つまり、２つのカメラ３１，３２が物品１２の表面と裏面とを撮像することによって得た２つの画像（表画像と裏画像）に基づいて物品１２の全周検査を行う。物品１２の検査は、全周検査に限定されない。物品１２の外周面のうち周方向の一部のみを検査する構成でもよい。検査処理部７０は、物品１２の表面と裏面との２つの画像に基づいて物品１２の表面と裏面とを検査する。

[0150] ・カメラ３０は、３つでもよい。撮像ユニット１５の２つのカメラ３１，３２と、単独の１つのカメラ３０との組み合わせでもよい。

・原色のカラーフィルタを有するカラーカメラの場合、Ｒ，Ｇ１，Ｇ２，Ｂの４色のカラーフィルタを用いてもよい。また、補色のカラーフィルタを有するカラーカメラでもよく、補色が、イエロー、シアン、マゼンタ、グリーンの４色でもよい。

[0151] ・Ｎ色が４色であってＰ＝２かつＱ＝２である場合、２バンドの第１画像信号を基に２チャンネルの近赤外画像信号を生成するとともに、２バンドの

第２画像信号を基に２チャンネルの疑似カラー画像信号を生成してもよい。

[0152] ・光学バンドパスフィルタ３５を通してイメージセンサ３７で撮像した第１撮像信号Ｓ１に基づく画像データ（例えばＲＧＢ画像データ）をＵＳＢメモリ等のリムーバブルメモリに保存してもよい。そのリムーバブルメモリに保存された画像データをパーソナルコンピュータに読み取らせ、パーソナルコンピュータのＣＰＵ（変換部６０）がマトリックス演算を含む変換処理を行って複数バンドのマルチスペクトル画像を生成してもよい。つまり、撮像ステップを行う装置と、変換ステップを行う装置とが、別々の装置であってもよい。このような撮像方法によっても、複数バンドのマルチスペクトル画像を取得できる。

[0153] ・撮像装置１１が出力した画像を検査員が視認して検査する構成でもよい。

・ハーフミラーから可視光カット部材４５を取り除き、被写体の背面から可視光を照射し、可視光の透過像をカメラ３０で撮像してもよい。

[0154] ・イメージセンサ３７のカラーフィルタ３８の色数は３色又は４色に限定されず、５色、６色でもよい。このうち少なくとも１色が可視光を透過せず不可視光を透過するフィルタ（ＮＩＲフィルタ）であってもよい。

[0155] ・撮像対象又は検査対象とされる被写体の一例である物品１２は特に限定されない。物品１２は、例えば、ペットボトルや壜等の容器、食品、飲料物、電子部品、電化製品、日常用品、部品、部材、粉粒体又は液状等の原料などでもよい。

[0156] ・物品１２は、例えば、空の容器、あるいは、光透過性を有する液体、固体、気体のうちの１つである収容物が収容された容器でもよい。例えば、液体入りの容器でもよい。さらに、物品は、置き物、ガラス製品、アクリル製品、鑑賞用の水槽、食器、ビーカでもよく、透明又は半透明の袋の中に、透明又は半透明の収容物が入った物品でもよい。物品はさらに、ゼリー等の食品あるいは加工食品などでもよい。

[0157] ・撮像装置１１は、検査処理部７０とは別の装置として構成してもよい。

撮像装置１１を検査以外の用途で使用してもよい。

・イメージセンサ３７のカラーフィルタ３８の配列パターンは、ＲＧＢベイヤ配列に限らず、ストライプ配列など任意の配列パターンでもよい。

[0158] ・撮像装置１１は、搬送装置１３を備えなくてもよい。例えば、作業者が、被写体を撮像位置となる例えば撮影用の載置台に載置する構成でもよい。

・制御部５１、変換部６０及び検査処理部７０のうち少なくとも１つは、一部又は全部が、プログラムを実行するコンピュータよりなるソフトウェアにより構成されてもよいし、電子回路等のハードウェアにより構成されてもよい。

[0159] ・制御部５１、変換部６０及び信号処理部６５を含む制御処理部５０と、検査処理部７０とは、ＣＰＵとメモリとを備えてソフトウェア処理を実行するものに限らない。すなわち、制御処理部５０及び検査処理部７０は、以下（ａ）～（ｃ）の何れかの構成を有する処理回路を備えていればよい。

[0160] （ａ）コンピュータプログラムに従って各種処理を実行する一つ以上のプロセッサを備えている処理回路。プロセッサは、ＣＰＵ並びに、ＲＡＭ及びＲＯＭなどのメモリを含んでいる。メモリは、処理をＣＰＵに実行させるように構成されたプログラムコード又は指令を格納している。メモリ、すなわちコンピュータ可読媒体は、汎用又は専用のコンピュータでアクセスできるあらゆる利用可能な媒体を含んでいる。

[0161] （ｂ）各種処理を実行する一つ以上の専用のハードウェア回路を備えている処理回路。専用のハードウェア回路としては、例えば、特定用途向け集積回路、すなわちＡＳＩＣを挙げることができる。

[0162] （ｃ）各種処理の一部をコンピュータプログラムに従って実行するプロセッサと、各種処理のうちの残りの処理を実行する専用のハードウェア回路とを備えている処理回路。

符号の説明

[0163] １０…検査装置、１１…撮像装置、１２…被写体の一例としての物品、１２ａ…容器本体、１２ｂ…蓋、１２ｃ…ラベル、１３…搬送装置、１４…コ

ンベヤ、１５…撮像ユニット、１６…第１撮像ユニット、１７…第２撮像ユニット、１８…センサ、２１…第１光源、２２…第２光源、２３…第１光源、２４…第２光源、２５…第３光源、２５ａ～２５ｄ…発光部、２７…発光拡散パネル、３０…カメラ、３０ａ…鏡筒、３１，３３…第１カメラ、３２，３４…第２カメラ、３５…光学バンドパスフィルタ、３６…レンズ、３７…カラーイメージセンサ（イメージセンサ）、３７Ｒ…Ｒ受光素子、３７Ｇ…Ｇ受光素子、３７Ｂ…Ｂ受光素子、３８…分光光学フィルタの一例としてのカラーフィルタ、３８Ｒ…Ｒフィルタ、３８Ｇ…Ｇフィルタ、３８Ｂ…Ｂフィルタ、４１，４３…第１ハーフミラー、４２，４４…第２ハーフミラー、４５…可視光カット部材、５０…制御処理部、５１…制御部、５２…表示部、６０…変換部、６１…ＲＧＢ分離部、６２…ＸＹＺ変換部、６３…増幅部、６５…信号処理部、７０…検査処理部、７１…近赤外検査処理部、７２…可視光検出処理部、７３…混合検査処理部、８１…欠点、８２…ラベル、２０１…赤外光カットフィルタ（ＩＲカットフィルタ）、ＴＬ１…第１透過光、ＴＬ２…第２透過光、ＲＬ１…反射光、ＲＬ２…反射光、ＬＳ…発光スペクトル、Ｓ１…第１撮像信号、Ｓ２…第２撮像信号、ＭＳ１…第１画像信号、ＭＳ２…第２画像信号、ＩＳ１…第１画像信号（第１画像）、ＩＳ２…第２画像信号（第２画像）、ＶＡ…可視光波長領域、ＮＩＲＡ…近赤外波長領域、Ｄ１…第1方向、Ｄ２…第２方向、Ｉｍｇ１…第１の像（透過像）、Ｉｍｇ２…第２の像（透過像）、Ｉｍｇ３…第３の像（反射像）、Ｉｍｇ４…第４の像（反射像）。

請求の範囲

[請求項1] 被写体を互いに反対の方向から透過した光を受光して当該被写体の２つの透過像を撮像する２つのカメラを備える撮像装置であって、

前記被写体を第１方向に透過する光を発光する第１光源と、

前記第１方向とは反対の方向である第２方向に前記被写体を透過する光を発光する第２光源と、

前記被写体を前記第１方向に透過した第１透過光を受光して第１の像を撮像する、前記２つのカメラのうちの一方である第１カメラと、

前記被写体を前記第２方向に透過した第２透過光を受光して第２の像を撮像する、前記２つのカメラのうちの他方である第２カメラと、

前記第２光源の消灯の下で前記第１透過光の光路の途中の位置で当該第１透過光を前記第１カメラに向かう光路に沿って反射し、かつ前記第２光源から前記被写体に向かう光の光路の途中の位置で当該光の透過を許容する第１ハーフミラーと、

前記第１光源の消灯の下で前記第２透過光の光路の途中の位置で当該第２透過光を前記第２カメラに向かう光路に沿って反射し、かつ前記第１光源から前記被写体に向かう光の光路の途中の位置で当該光の透過を許容する第２ハーフミラーと

を備えることを特徴とする撮像装置。

[請求項2] 制御部を更に備え、

前記制御部は、前記第１光源と前記第２光源とを異なる発光タイミングで発光させ、それにより、前記第１カメラによる前記第１の像の撮像と前記第２カメラによる前記第２の像の撮像とを前記発光タイミングに応じた異なる撮像タイミングで行わせることを特徴とする請求項１に記載の撮像装置。

[請求項3] 前記第１光源、前記第２光源、前記第１カメラ、前記第２カメラ、前記第１ハーフミラー及び前記第２ハーフミラーを含む撮像ユニットをＭ個（但しＭは２以上の自然数）備え、

前記Ｍ個の撮像ユニットは、それらの撮像ユニットの前記第１カメラでの撮像において前記被写体から前記第１ハーフミラーへの第１光軸が互いに異なる角度になるように配置され、

前記Ｍ個の撮像ユニットは、２Ｍの異なる方向から前記被写体を撮像可能に構成されることを特徴とする請求項２に記載の撮像装置。

[請求項4] 前記被写体に光を照射可能な第３光源を更に備え、

前記第１カメラは、前記第３光源から前記被写体に照射された光が前記被写体の表面で反射するとともに前記第１ハーフミラーで反射した後に前記第１カメラで受光されることによって、第３の像を撮像し、

前記第２カメラは、前記第３光源から前記被写体に照射された光が前記被写体の表面で反射するとともに前記第２ハーフミラーで反射した後に前記第２カメラで受光されることによって、第４の像を撮像する

ことを特徴とする請求項１～請求項３のいずれか一項に記載の撮像装置。

[請求項5] 前記第１光源及び前記第２光源は、発光拡散パネルをそれぞれ有し、

前記第１ハーフミラーは、前記第２光源の前記発光拡散パネル上に接着され、前記第２ハーフミラーは、前記第１光源の前記発光拡散パネル上に接着されていることを特徴とする請求項４に記載の撮像装置。

[請求項6] 前記第１光源及び前記第２光源は、近赤外光を発光可能に構成され、

前記第３光源は、可視光を発光可能に構成され、

前記第１ハーフミラーは、可視光の透過を抑制する可視光カット部材を、前記第１ハーフミラーに対して前記第２光源が位置する側に備え、

前記第２ハーフミラーは、可視光の透過を抑制する可視光カット部材を、前記第２ハーフミラーに対して前記第１光源が位置する側に備えることを特徴とする請求項４又は請求項５に記載の撮像装置。

[請求項7] 前記第１光源及び前記第２光源は、近赤外光を発光可能に構成され、

前記第１カメラ及び前記第２カメラは、可視光領域と近赤外領域とに感度をもつイメージセンサを備えるＮバンド（但しＮは３以上の自然数）のカラーカメラであり、

前記第１カメラ及び前記第２カメラの各々の前記イメージセンサと前記被写体との間の光路上に配置される光学バンドパスフィルタと、

前記第１カメラ及び前記第２カメラのうち一方から撮像信号を入力すると、当該撮像信号をＮバンドの画像信号に分離し、分離したＮバンドの画像信号に対してマトリックス演算を行うことにより、近赤外領域に分光感度をもつＰバンド（但しＰはＮ未満の自然数）の第１画像信号と、可視光領域に分光感度をもつＱバンド（但しＱはＱ＝Ｎ－Ｐ）の第２画像信号とを生成する変換部とを備え、

前記変換部は、

前記第１カメラから前記撮像信号を入力すると、当該撮像信号を基に前記第１の像を含む前記第１画像信号、及び前記第３の像を含む前記第２画像信号を生成し、

前記第２カメラから前記撮像信号を入力すると、当該撮像信号を基に前記第２の像を含む前記第１画像信号、及び前記第４の像を含む前記第２画像信号を生成することを特徴とする請求項４～請求項６のいずれか一項に記載の撮像装置。

[請求項8] 請求項１～請求項７のいずれか一項に記載の撮像装置と、

前記撮像装置の前記第１カメラ及び前記第２カメラが撮像した複数の画像に基づいて前記被写体を検査する検査処理部と

を備えることを特徴とする検査装置。

[請求項9] 請求項１～請求項７のいずれか一項に記載の撮像装置を用いて前記被写体を撮像する撮像方法であって、

前記第２光源の消灯の下で前記第１光源を発光させて前記第１カメラが前記被写体の前記第１の像を撮像する第１撮像ステップと、

前記第１光源の消灯の下で前記第２光源を発光させて前記第２カメラが前記被写体の前記第２の像を撮像する第２撮像ステップと、

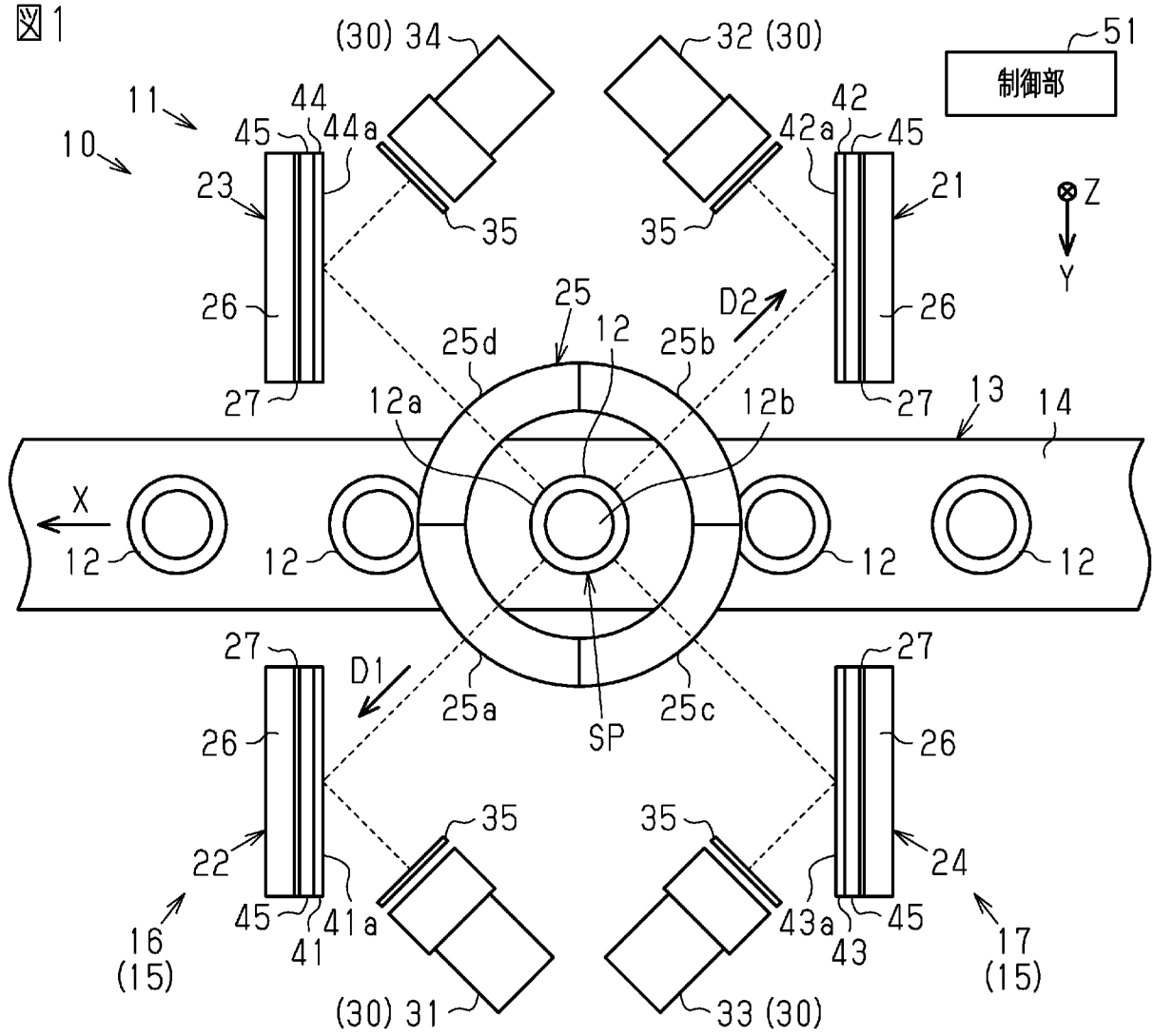
前記第１カメラから取得した撮像信号を基に前記第１の像を含む第１画像を取得する第１画像取得ステップと、

前記第２カメラから取得した撮像信号を基に前記第２の像を含む第２画像を取得する第２画像取得ステップと

を含むことを特徴とする撮像方法。

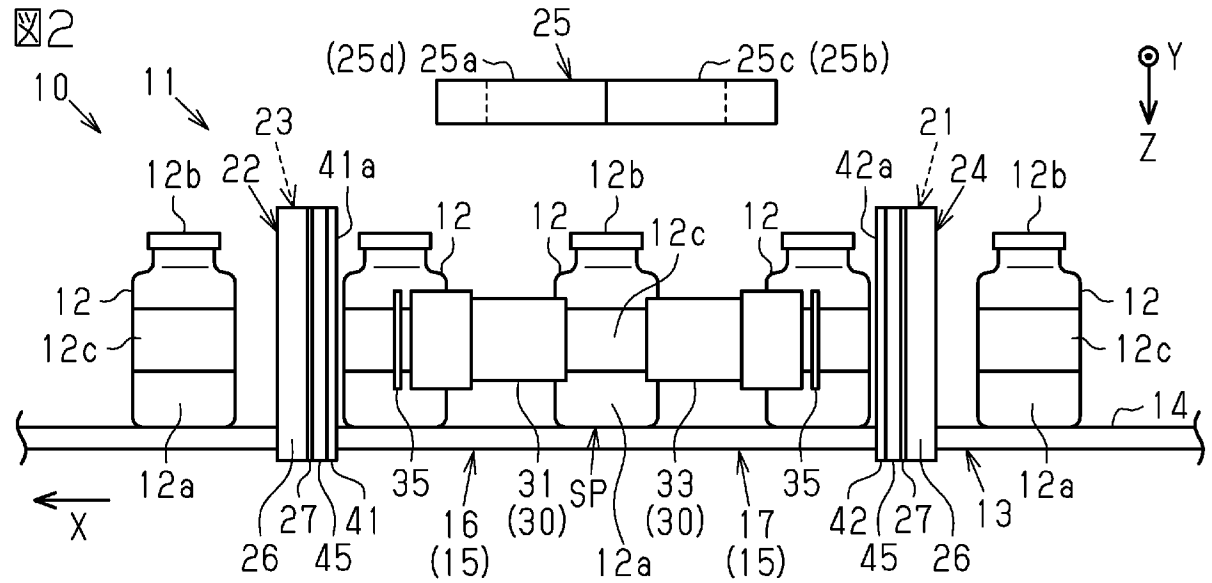
[図1]

図1


(30) 34
32 (30)
51
制御部
11
10
44
44a
45
42
42a
45
23
21
35
35
Z
Y
26
26
25
D2
12
25b
25d
27
27
12a
12b
13
14
X
12
12
12
12
27
27
D1
25a
SP
25c
26
26
35
35
22
24
45
41a
43a
45
41
43
16
(15)
17
(15)
(30) 31
33 (30)

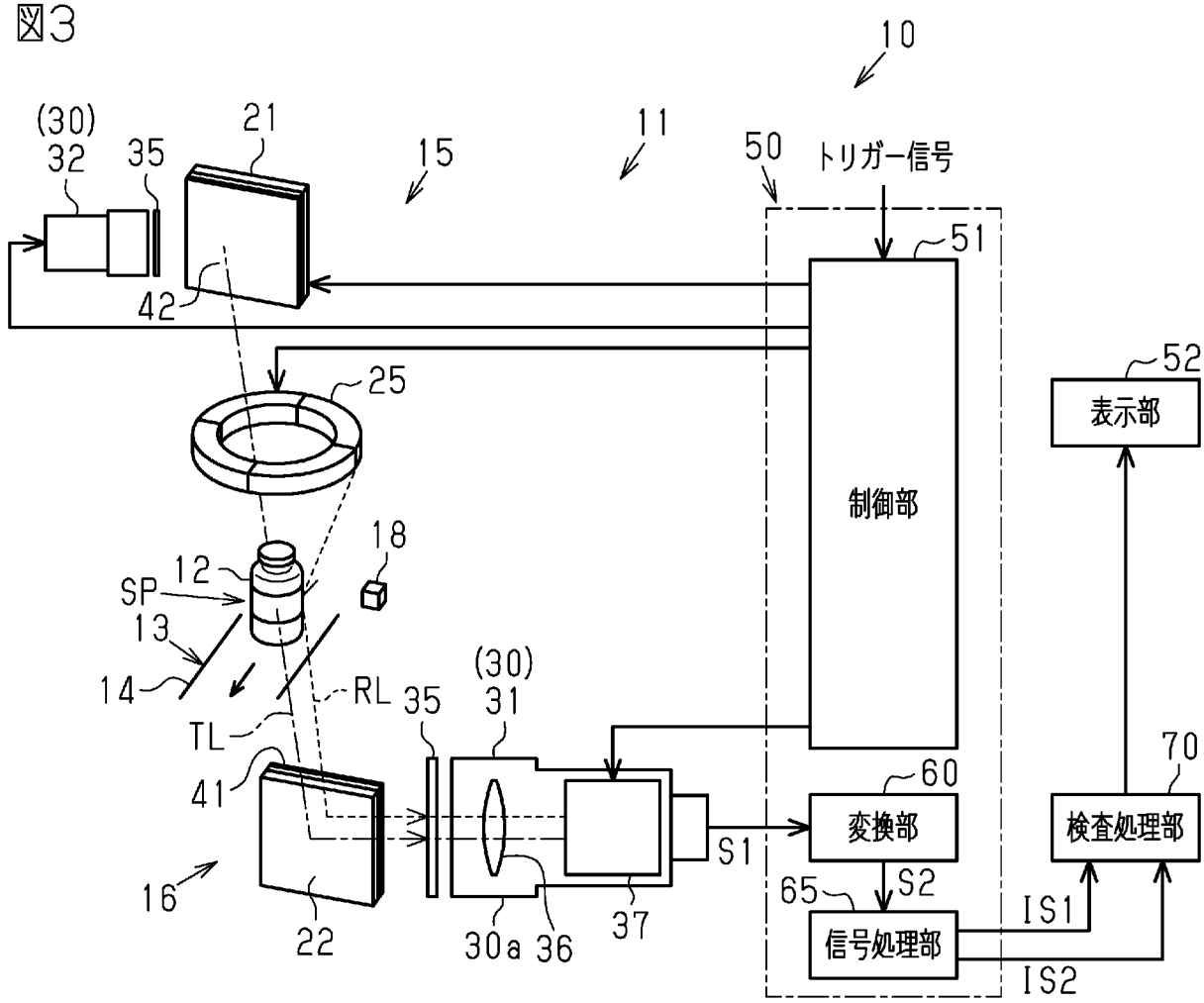
[図2]

図2


25
(25d) 25a
25c (25b)
Y
Z
10
11
23
21
12b
22
41a
12b
42a
24
12b
12
12
12
12
12c
12
12c
12
12c
14
12a
X
35
31
SP
33
35
12a
27
41
16
(30)
17
42
27
13
26
45
(15)
12a
(30)
(15)
45
26

[図3]

図3



[図4]

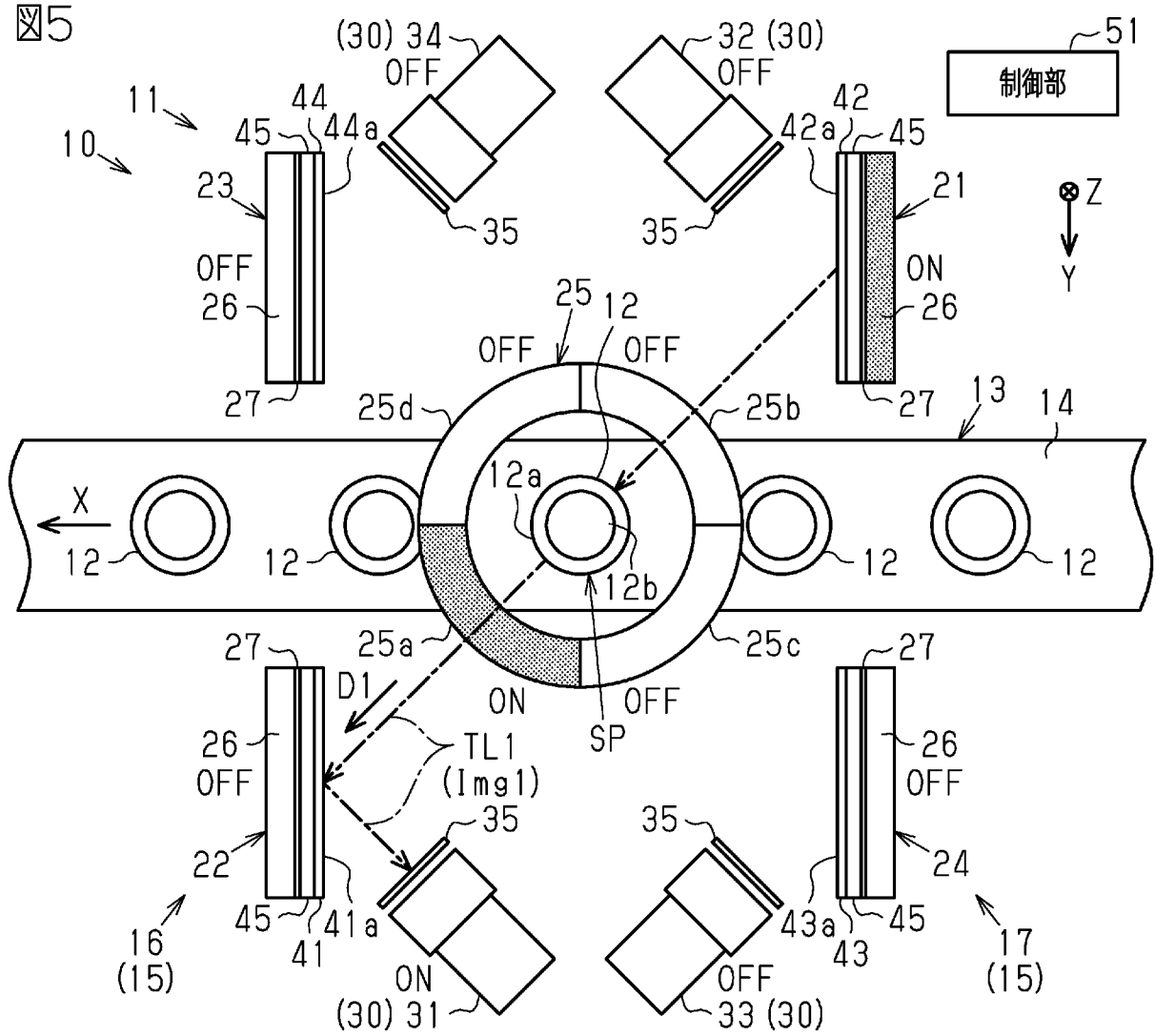
図4

CD

撮像	第1撮像ユニット16					第2撮像ユニット17				
	第1カメラ31	第2カメラ32	第1光源21	第2光源22	第3光源25	第1カメラ33	第2カメラ34	第1光源23	第2光源24	第3光源25
第1撮像	ON	−	ON	−	ON	−	−	−	−	−
第2撮像	−	ON	−	ON	ON	−	−	−	−	−
第3撮像	−	−	−	−	−	ON	−	ON	−	ON
第4撮像	−	−	−	−	−	−	ON	−	ON	ON

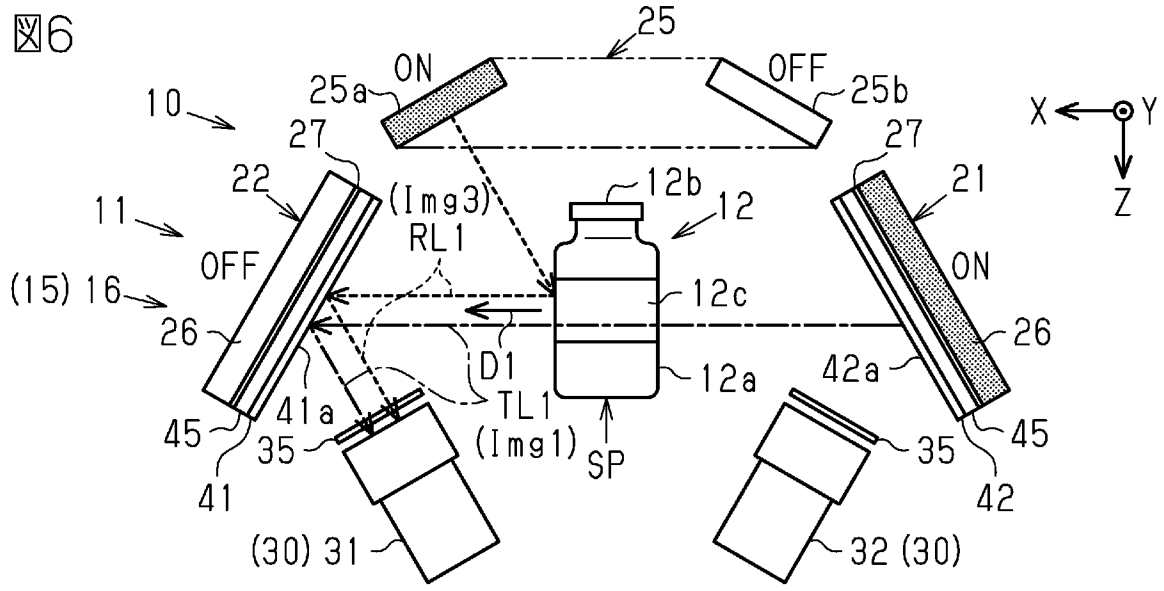
[図5]

図5


(30) 34
OFF
32 (30)
OFF
51
制御部
11
10
44
44a
45
42
42a
45
23
21
Z
Y
OFF
26
ON
26
25
12
OFF
OFF
27
25d
25b
27
13
14
X
12a
12
12
12
12
12b
27
25a
25c
27
D1
ON
OFF
SP
26
OFF
TL1
(Img1)
26
OFF
35
35
22
24
45
41a
45
43a
45
41
43
16
(15)
ON
(30) 31
OFF
33 (30)
17
(15)

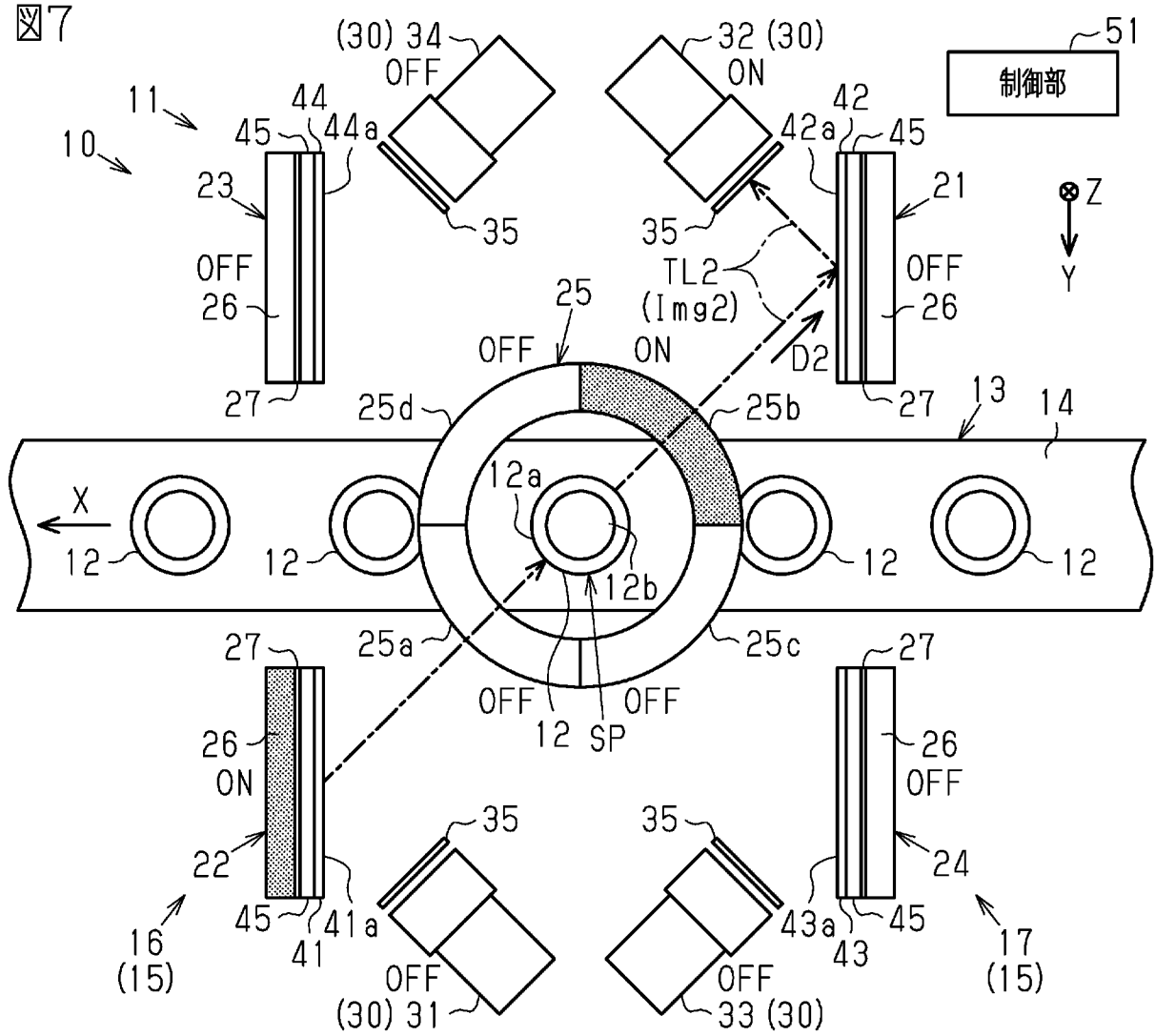
[図6]

図6


25
ON
OFF
25a
25b
10
27
27
X
Y
22
(Img3)
12b
12
21
11
RL1
Z
OFF
ON
(15) 16
12c
26
26
D1
42a
12a
41a
TL1
45
35
(Img1)
SP
35
45
41
42
(30) 31
32 (30)

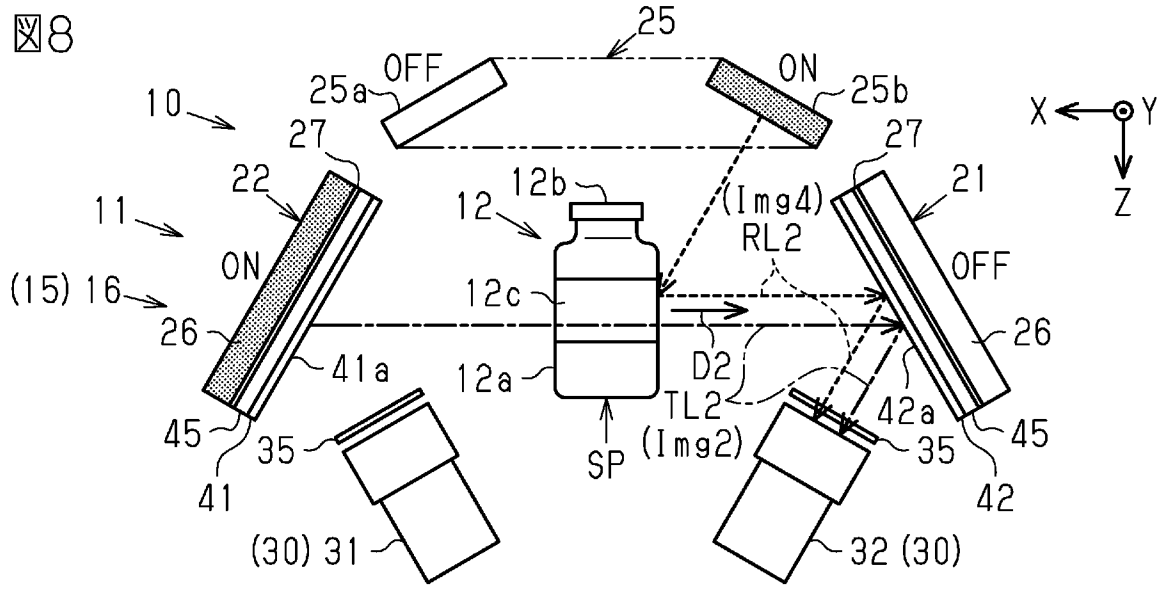
[図7]

図7


(30) 34
OFF
32 (30)
ON
51
制御部
11
10
44
44a
45
42
42a
45
23
21
35
35
Z
Y
OFF
26
TL2
(Img2)
OFF
26
25
OFF
ON
D2
27
25d
25b
27
13
14
12a
X
12
12
12
12
12b
27
25a
25c
27
OFF
OFF
12
SP
26
ON
26
OFF
22
35
35
24
45
41a
43a
45
16
(15)
41
17
(15)
OFF
OFF
(30) 31
33 (30)

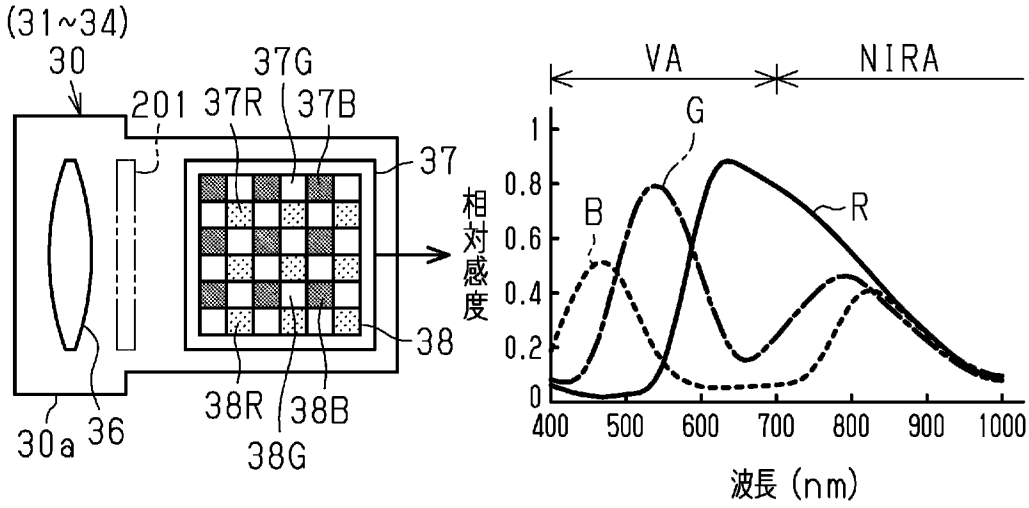
[図8]

図8


25
OFF
ON
25a
25b
10
27
27
X
Y
22
12b
12
(Img4)
RL2
21
11
ON
OFF
(15) 16
12c
26
26
41a
D2
12a
TL2
42a
45
45
35
SP
(Img2)
35
41
42
(30) 31
32 (30)

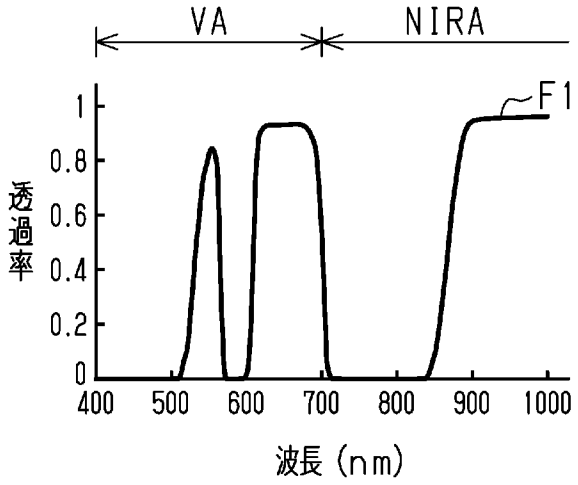
[図9]

図9


(31~34)
30
201
37G
37R
37B
37
38
38R
38B
38G
30a
36
VA
NIRA
G
B
R
相対感度
1
0.8
0.6
0.4
0.2
0
400
500
600
700
800
900
1000
波長 (nm)

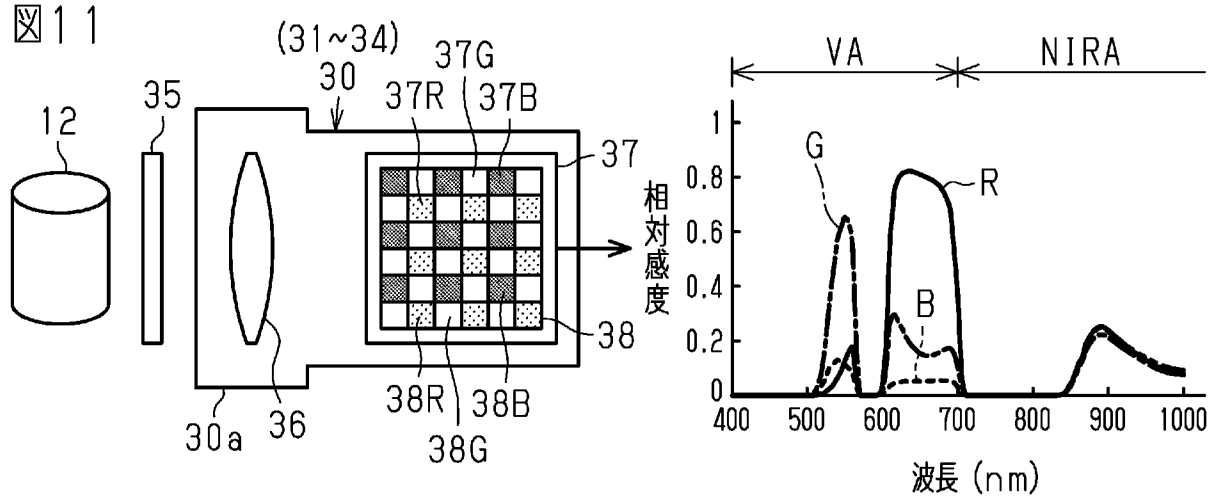
[図10]

図10


VA
NIRA
F1
透過率
1
0.8
0.6
0.4
0.2
0
400
500
600
700
800
900
1000
波長 (nm)

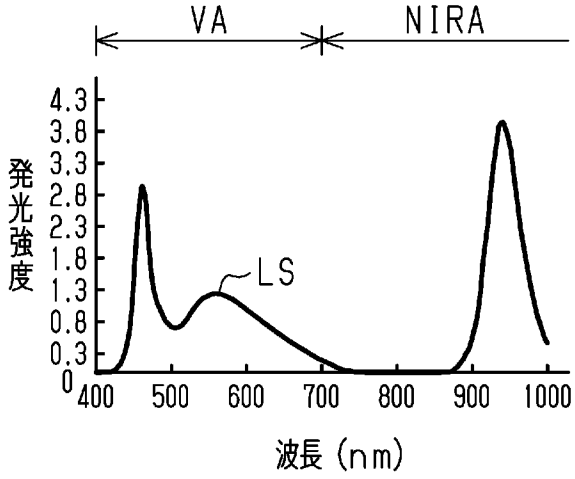
[図11]

図11



[図12]

図12



[図13]

図13A

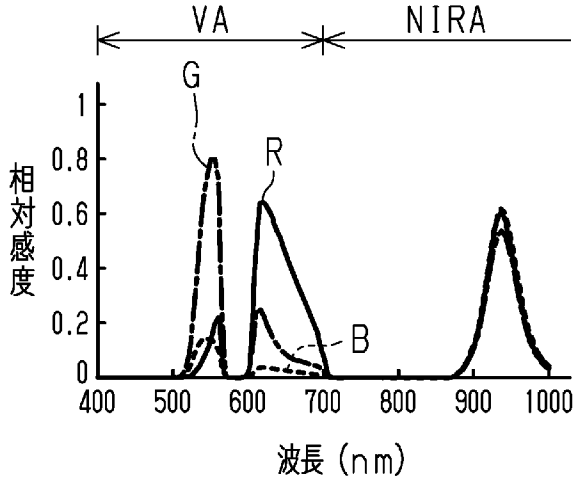
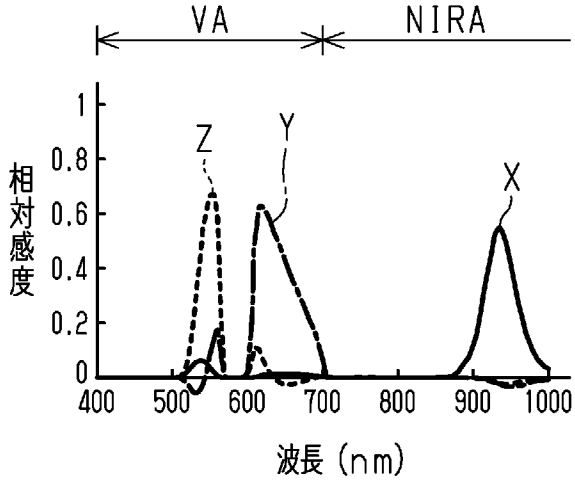


図13B



[図14]

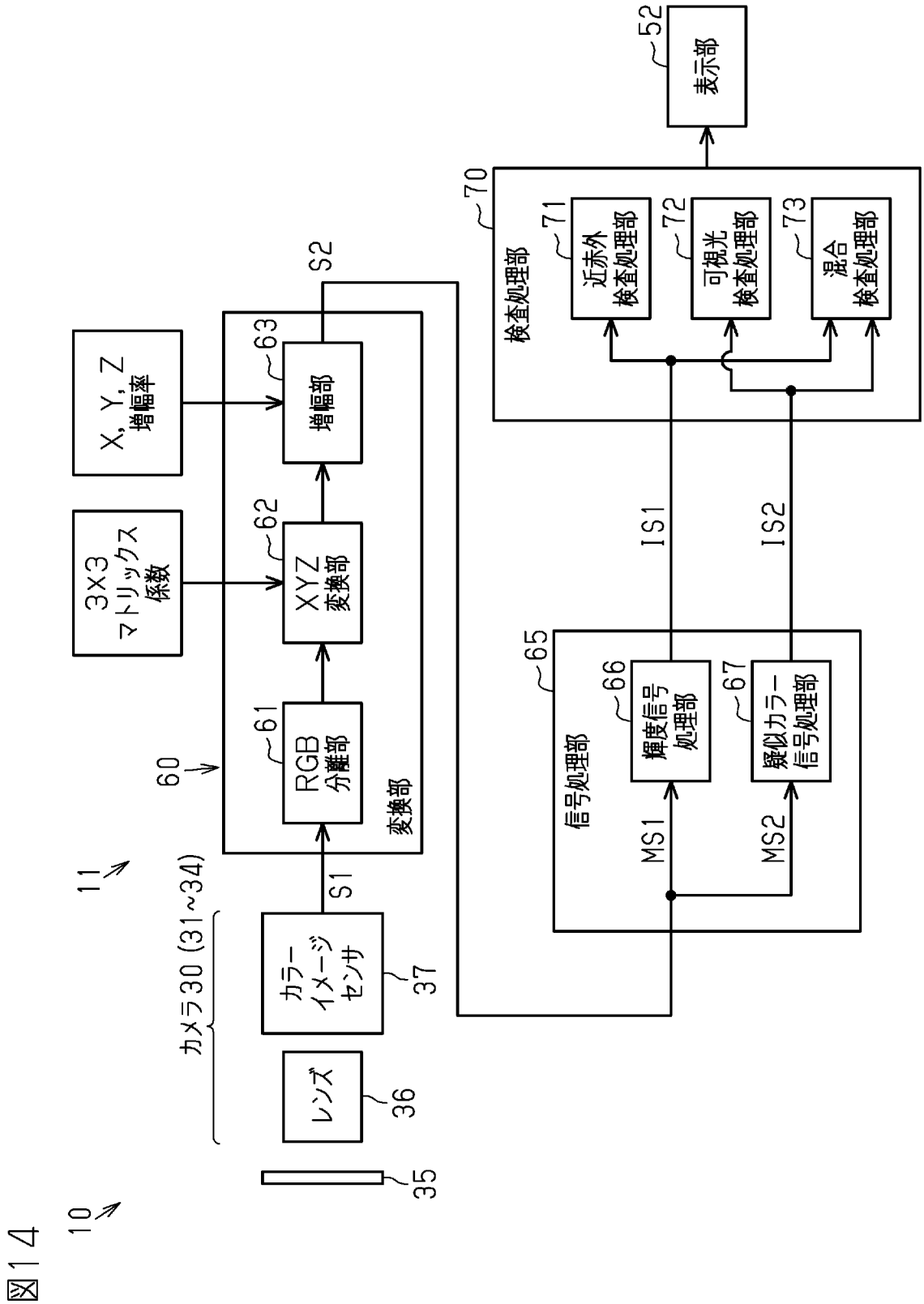

10
11
35
レンズ
36
カラー
イメージ
センサ
37
カメラ30 (31~34)
S1
S2
60
変換部
RGB
分離部
61
XYZ
変換部
62
3X3
マトリックス
係数
増幅部
63
X, Y, Z
増幅率
IS1
IS2
信号処理部
65
輝度信号
処理部
66
疑似カラー
信号処理部
67
MS1
MS2
検査処理部
70
近赤外
検査処理部
71
可視光
検査処理部
72
混合
検査処理部
73
表示部
52

図14

[図15]

図15A

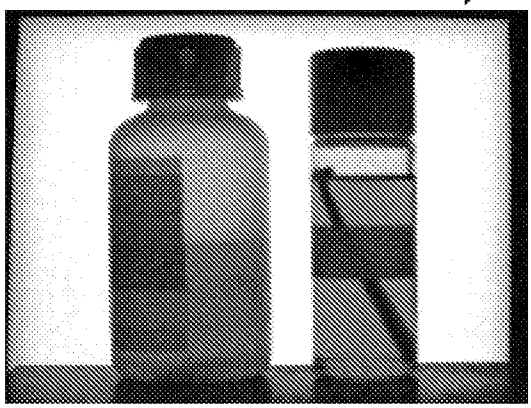
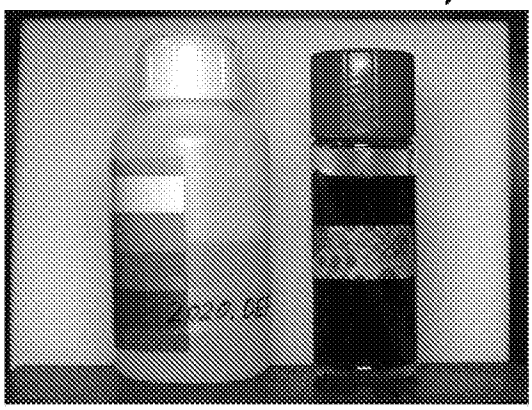
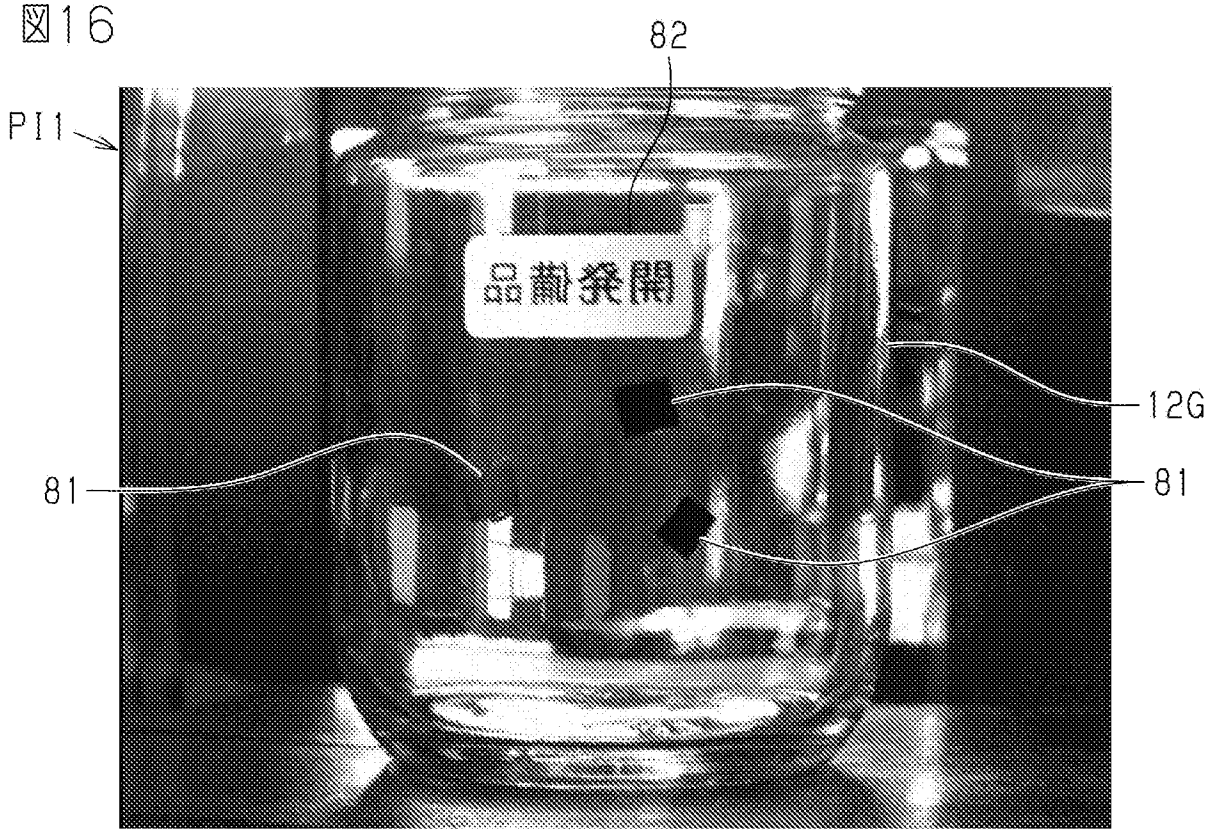


図15B



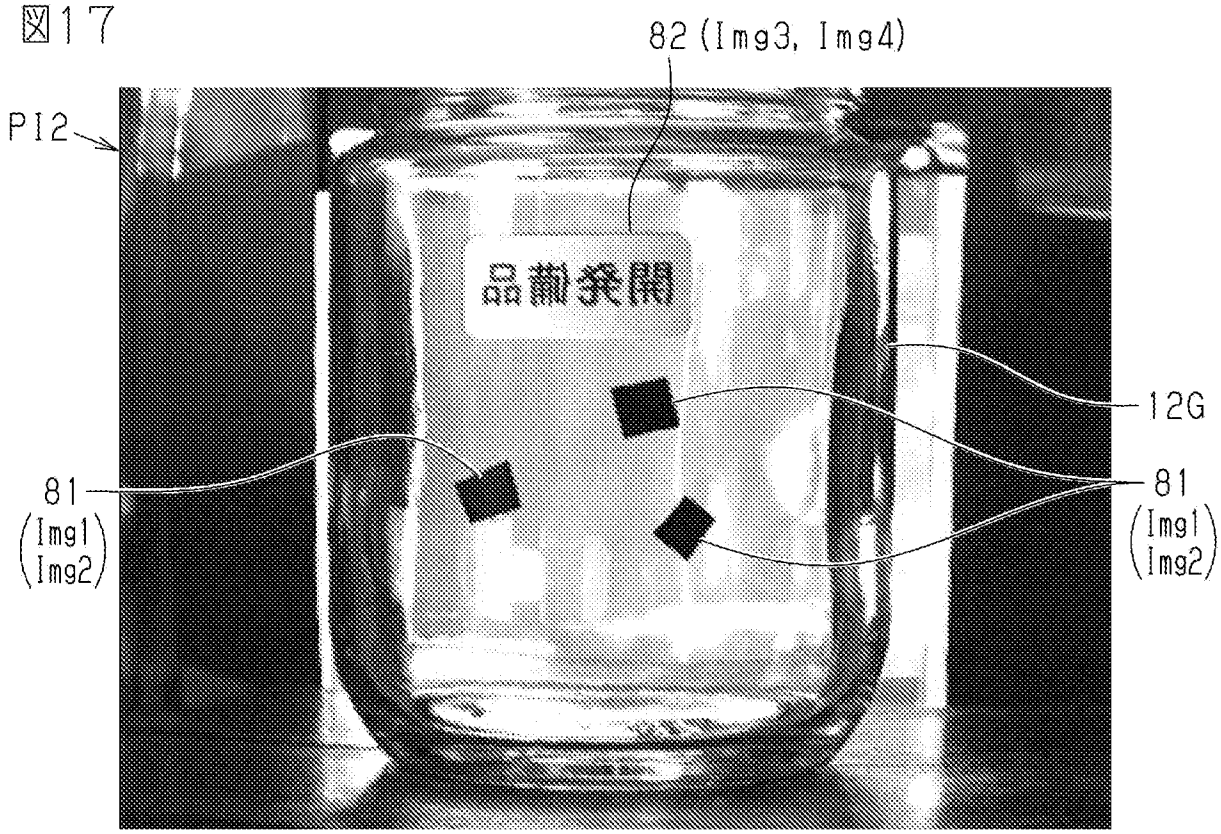
[図16]

図16



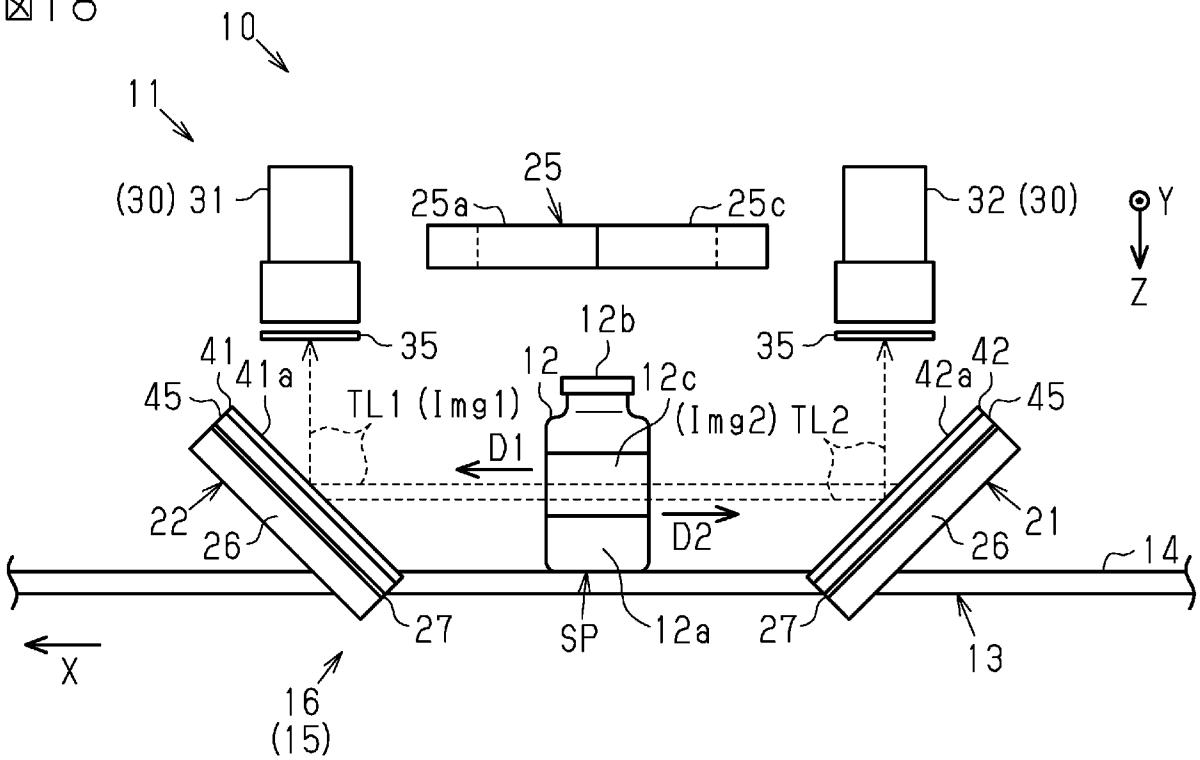
[図17]

図17



[図18]

図18



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2022/043763

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H04N 23/45(2023.01)i; ***G01N 21/84***(2006.01)i; ***G01N 21/90***(2006.01)i; ***G03B 11/00***(2021.01)i; ***G03B 15/00***(2021.01)i; ***G03B 15/02***(2021.01)i; ***G03B 15/03***(2021.01)i; ***G03B 15/05***(2021.01)i; ***G03B 17/17***(2021.01)i; ***G03B 19/07***(2021.01)i; ***H04N 23/10***(2023.01)i; ***H04N 23/54***(2023.01)i; ***H04N 23/55***(2023.01)i; ***H04N 23/56***(2023.01)i; ***H04N 23/85***(2023.01)i
FI: H04N23/45; G01N21/84 E; G01N21/90; G03B11/00; G03B15/00 T; G03B15/02 G; G03B15/03 W; G03B15/05; G03B17/17; G03B19/07; H04N23/10; H04N23/54; H04N23/55; H04N23/56; H04N23/85

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

H04N23/45; G01N21/84; G01N21/90; G03B11/00; G03B15/00; G03B15/02; G03B15/03; G03B15/05; G03B17/17; G03B19/07; H04N23/10; H04N23/54; H04N23/55; H04N23/56; H04N23/85

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Published examined utility model applications of Japan 1922-1996
Published unexamined utility model applications of Japan 1971-2023
Registered utility model specifications of Japan 1996-2023
Published registered utility model applications of Japan 1994-2023

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2020-106504 A (SHIBUYA KOGYO CO LTD) 09 July 2020 (2020-07-09) paragraphs [0007]-[0013], fig. 1	1-9
A	JP 2011-89978 A (KRONES AG) 06 May 2011 (2011-05-06) paragraphs [0023]-[0056], fig. 1-2	1-9
A	JP 2001-116700 A (N TECH KK) 27 April 2001 (2001-04-27) paragraph [0030], fig. 4	1-9
A	JP 2021-145185 A (N TECH KK) 24 September 2021 (2021-09-24) paragraphs [0017]-[0049]	7

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C. ☑ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date
"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed
"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search	Date of mailing of the international search report
13 January 2023	**24 January 2023**
Name and mailing address of the ISA/JP **Japan Patent Office (ISA/JP)** **3-4-3 Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915** **Japan**	Authorized officer Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/JP2022/043763

Patent document cited in search report	Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
JP 2020-106504 A	09 July 2020	(Family: none)	
JP 2011-89978 A	06 May 2011	US 2011/0050884 A1 paragraphs [0025]-[0058], fig. 1-2	
JP 2001-116700 A	27 April 2001	(Family: none)	
JP 2021-145185 A	24 September 2021	(Family: none)	

国際調査報告

国際出願番号
PCT/JP2022/043763

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（ＩＰＣ））

H04N 23/45(2023.01)i; G01N 21/84(2006.01)i; G01N 21/90(2006.01)i; G03B 11/00(2021.01)i; G03B 15/00(2021.01)i; G03B 15/02(2021.01)i; G03B 15/03(2021.01)i; G03B 15/05(2021.01)i; G03B 17/17(2021.01)i; G03B 19/07(2021.01)i; H04N 23/10(2023.01)i; H04N 23/54(2023.01)i; H04N 23/55(2023.01)i; H04N 23/56(2023.01)i; H04N 23/85(2023.01)i

FI: H04N23/45; G01N21/84 E; G01N21/90; G03B11/00; G03B15/00 T; G03B15/02 G; G03B15/03 W; G03B15/05; G03B17/17; G03B19/07; H04N23/10; H04N23/54; H04N23/55; H04N23/56; H04N23/85

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料（国際特許分類（ＩＰＣ））

H04N23/45; G01N21/84; G01N21/90; G03B11/00; G03B15/00; G03B15/02; G03B15/03; G03B15/05; G03B17/17; G03B19/07; H04N23/10; H04N23/54; H04N23/55; H04N23/56; H04N23/85

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	１９２２－１９９６年
日本国公開実用新案公報	１９７１－２０２３年
日本国実用新案登録公報	１９９６－２０２３年
日本国登録実用新案公報	１９９４－２０２３年

国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）

C. 関連すると認められる文献

引用文献のカテゴリー*	引用文献名　及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する請求項の番号
A	JP 2020-106504 A (澁谷工業株式会社) 09.07.2020 (2020-07-09) 段落0007-0013,図１	1-9
A	JP 2011-89978 A (クロネス アクティエンゲゼルシャフト) 06.05.2011 (2011-05-06) 段落0023-0056,図1-2	1-9
A	JP 2001-116700 A (株式会社エヌテック) 27.04.2001 (2001-04-27) 段落0030,図4	1-9
A	JP 2021-145185 A (株式会社エヌテック) 24.09.2021 (2021-09-24) 段落0017-0049	7

☐ Ｃ欄の続きにも文献が列挙されている。

☑ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー
“A” 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
“E” 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
“L” 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す）
“O” 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
“P” 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願の日の後に公表された文献
“T” 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と抵触するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
“X” 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
“Y” 特に関連のある文献であって、当該文献と他の１以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
“&” 同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日	国際調査報告の発送日
13.01.2023	24.01.2023

名称及びあて先
日本国特許庁(ISA/JP)
〒100-8915
日本国
東京都千代田区霞が関三丁目４番３号

権限のある職員（特許庁審査官）
佐藤　直樹 5P 9562

電話番号 03-3581-1101 内線 3581

国際調査報告
パテントファミリーに関する情報

国際出願番号
PCT/JP2022/043763

引用文献	公表日	パテントファミリー文献	公表日
JP 2020-106504 A	09.07.2020	（ファミリーなし）	
JP 2011-89978 A	06.05.2011	US 2011/0050884 A1 段落0025-0058,図1-2	
JP 2001-116700 A	27.04.2001	（ファミリーなし）	
JP 2021-145185 A	24.09.2021	（ファミリーなし）	